DIE NATURWISSENSCHAFTEN

20. Jahrgang | 4. November 1932 | Heft 45

Die Quantenmechanik und die Grundprobleme der Biologie und Psychologie.

Von P. JORDAN, Rostock.

1.

Humes Definition von Ursache und Wirkung. Man verdankt bekanntlich HUME eine Erklärung des Begriffs der „Ursache", die etwa folgendermaßen lautet: Wenn auf einen Vorgang A stets und unvermeidlicherweise ein Vorgang B folgt, und B nur nach vorangegangenem A auftritt (während jedoch A ohne Vorhergang von B auftreten kann), so ist A als „Ursache" von B (und B als „Wirkung" von A) zu bezeichnen. Primitives Beispiel: Der Blitz ist die Ursache des Donners.

Diese Erklärung ist auf sehr vielseitigen und entschiedenen Widerspruch gestoßen. Denn sie ist ja nichts anderes, als ein *Verzicht* auf ein „*Verstehen*" des Ursachwirkungszusammenhangs: Philosophien, welche behaupteten, daß sie die Naturgesetze „*erklären*" könnten (was u. a. ja auch der atomistische Materialismus behauptete), wollten im Begriff der Ursächlichkeit unbedingt etwas von „Zwang", von „Notwendigkeit" in einer logisch verstehbaren oder irgendwie unmittelbar einleuchtenden Form sehen. Aber es war gerade das die große Leistung HUMES: erkannt zu haben, daß die ganze Begriffsmystik, welche man um den Begriff der Ursächlichkeit gesammelt hatte, *beseitigt* werden mußte, um diesen Begriff zu einem Begriff der exakten Wissenschaft zu machen. Die Aufeinanderfolge von Ursache und Wirkung in den Naturvorgängen steht nicht in Parallele zur logischen Aufeinanderfolge von Voraussetzung und Folgerung. Sie kann nur *empirisch festgestellt* werden; und bietet, sobald die Feststellung einmal geschehen ist, und sofern diese nicht etwa überholt oder eingeschränkt wird, dem Denken keinerlei Problem des „Verstehens" mehr dar. Das logische Denken kann sich hernach nur noch damit beschäftigen, das festgestellte Ursachverhältnis von A und B zu *vergleichen* mit anderen Ursachverhältnissen (*anderer* Vorgänge A', B'), und die Feststellungen mehrerer aufgefundener Ursachbeziehungen einer umfassenderen Gesamtaussage logisch zu subsummieren.

An einem Begriff von entscheidender Wichtigkeit hat HUME damit die *Zurückführung auf Beobachtbares* vollzogen. Die Physik kann — ebenso, wie die Mathematik — nur auf der Unterlage völlig klarer Grundbegriffe aufgebaut werden. Während aber für die Mathematik diese Unterlage durch die Axiomatik, also wiederum logisch-theoretisch, geliefert wird, ist die Physik auf andersartige Unterlagen angewiesen. Es ist ein schweres Problem gewesen, den Charakter dieser notwendigen Unterlagen richtig zu erkennen; und diejenige Erkenntnis, welche schon von HUME am Beispiel des Ursachbegriffs entwickelt wurde, und welche gerade in neuerer Zeit zur vollen Klarheit gekommen ist, stößt auch heute noch auf mancherlei Widerspruch. Es ist die Erkenntnis: die Definitionsunterlagen der primärsten physikalischen Begriffe müssen durch unmittelbar *Beobachtbares* gegeben sein.

Der einschneidende Charakter dieser Forderung zeigt sich besonders an ihren *negativen* Wirkungen. Sie verlangt den Verzicht auf jene ganze Begriffsmystik, die im Glauben an die „Zwangsläufigkeit", die „Notwendigkeit", die „Verstehbarkeit" oder „Erklärbarkeit" der Naturgesetze und der Ursachbeziehungen vorlag: das ganze Zeitalter HUMES hatte ja die (heute noch nicht restlos überwundene) Vorstellung, daß gerade diese hoffnungslos unklaren Begriffe die Grundlage der Naturerforschung und obendrein auch noch Ziel und Tendenz dieser Forschung bestimmen müßten.

Aber die zwingende Kraft der HUMEschen Erkenntnis ist auf die Dauer unwiderstehlich. Man hat die einst so heftig geführten Debatten über die „mechanische Deutung" der MAXWELLschen Gleichungen als gegenstandslos aufgeben müssen, da sich keine beobachtbaren Tatsachen als mit dieser Fragestellung verknüpft erwiesen. Man hat von EINSTEIN gelernt, daß sogar der Begriff der „Gleichzeitigkeit" für räumlich weit getrennte Ereignisse durch Zurückführung auf unmittelbar Beobachtbares zu analysieren ist — und dabei sich relativiert. Und in der Diskussion der durch die Quantenphysik aufgeworfenen Fragen bezüglich Kausalität, Statistik usw. und bezüglich ihrer Zusammenhänge mit außerphysikalischen Gebieten der Naturwissenschaft ist keine Klarheit zu erzielen, wenn man sich nicht auf den sicheren Boden stellt, den uns HUME vorbereitet hat[1].

2.

Die Kausalität. Die Frage nach der Kausalität oder den Determinismus in der physikalischen Welt

[1] Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die aus philosophischen Gründen verabscheute HUMEsche Definition der Ursache durch konkrete Gegenbeispiele zu widerlegen. Lohnend ist die Kritik dieser Versuche nicht. Erwähnt sei aber ein von einem Philosophen herrührendes und von ihm ernst gemeintes Beispiel: „Jedesmal, wenn der Zeiger meiner Uhr auf 12 Uhr 16 Minuten steht, fährt vor meinem Fenster ein Eisenbahnzug vorbei: Also wäre nach HUME diese *Zeigerstellung* (A) die *Ursache* für das *Erscheinen des Zuges* (B)". In Wirklichkeit kann bei diesem Beispiel sowohl A ohne nachfolgendes B, als auch B ohne vorhergehendes A auftreten. Es genügt, entweder die Uhr umzustellen, oder den Zug zu behindern (was zwar polizeilich ver-

wird im Anschluß an HUME klar formulierbar. Wir denken uns ein abgeschlossenes physikalisches System in einem abgegrenzten Raumteil. Wir sagen, daß alle Vorgänge in ihm „kausal" verlaufen, wenn behauptet werden kann: Durch den beobachtbaren Zustand des Systems zu einer Zeit t ist der beobachtbare Zustand zu einer späteren Zeit t' eindeutig bestimmt[1].

Es ist dabei natürlich noch nötig, zu definieren, was ein „abgeschlossenes System" sei; eine Aufgabe, die, wenn man zeitlose *Fernwirkungen* als möglich ansieht, nur eine etwas komplizierte Lösung (unter Benutzung von allerlei mathematischen Grenzübergängen und Konvergenzvoraussetzungen) hat. Sehen wir von diesem Punkte, auf den wir noch zurückkommen, zunächst ab, so ist jedenfalls klar, daß die Behauptung, in der Physik bestehe Kausalität, nach der gegebenen Formulierung *entweder richtig oder falsch* ist; und daß diese Frage zur *empirischen Entscheidung* steht[2]. Obwohl

boten, aber nicht naturgesetzlich unmöglich ist), um empirisch festzustellen, daß gerade nach der HUMEschen Definition ein Ursachverhältnis *nicht* vorliegt.

Wenngleich somit dieses Beispiel die Unrichtigkeit der HUMEschen Definition nicht zu beweisen vermag, so scheint es uns doch die *dringende Reformbedürftigkeit unseres offiziellen philosophischen Lehrbetriebes* zu beweisen.

[1] M. SCHLICK hat kürzlich empfohlen (Naturwiss. 19, 145 (1931), nicht, für diese „vollständige" Kausalität das Wort „Kausalität" zu reservieren, sondern „jede Spur" von *Gesetzmäßigkeit* als „kausal" zu bezeichnen. Obwohl dieser Vorschlag, wie SCHLICK hervorhebt, eine Stütze im natürlichen Sprachgebrauch besitzt, so widerspricht er doch unseres Erachtens dem *physikalischen* Sprachgebrauch und scheint vor allem insofern unzweckmäßig, als er die Behauptung des Vorhandenseins von Kausalität zu einer *sinnlosen* Aussage macht, weil ihre Negation — die Behauptung „völliger Regellosigkeit" des Naturgeschehens — eine nicht widerspruchsfrei formulierbare Aussage sein dürfte. Jedenfalls stellt die von SCHLICK versuchte Definition der „Regellosigkeit" unseres Erachtens gerade eine bestimmte *statistische Gesetzmäßigkeit* dar.

[2] M. SCHLICK hat in dem obengenannten Aufsatz mit folgender Begründung bezweifelt, daß das Kausalitätsprinzip eine empirisch prüfbare Behauptung sei: Man kann nachträglich in einem konkreten Fall *immer* eine mathematische Formel finden, welche den Zustand Z' des Systems zur Zeit t' als Funktion des Zustands Z zur Zeit t darstellt. Dabei ist jedoch nicht genügend betont worden, daß der physikalische Inhalt des Prinzips gerade in der *Eindeutigkeit* und Allgemeingültigkeit der Bestimmung von Z' durch Z liegt, also darin, daß *jedesmal* nach Realisierung des Zustandes Z sich später *derselbe* Zustand Z' ergibt. (Dazu ist allerdings durchaus erforderlich, daß die MAXWELLsche Forderung des Nichteintretens einer expliziten Abhängigkeit der Naturgesetze von Ort und Zeitpunkt — wie bei SCHLICK näher besprochen — mindestens *soweit* erfüllt ist, daß immer noch *viele* „gleiche" Zustände Z eintreten innerhalb eines Raumzeitgebietes, in welchem noch praktisch Unabhängigkeit der Naturgesetze von den Raumzeitkoordinaten besteht. Verzichtet man mit SCHLICK auf die MAXWELLsche Forderung, so ist allerdings gegen die SCHLICKschen Ausführungen kein Einwand mehr möglich, so daß die Diskrepanz der hier vertretenen Auffassung der SCHLICKschen gegenüber mehr die Terminologie und Begriffsbestimmung als den sachlichen Inhalt betrifft. Die hier gebrauchten Begriffsbestimmungen scheinen mir jedoch *naturgemäßer*, weil die Physik ja bislang noch keinerlei Veranlassung gehabt hat, am exakten Erfülltsein der MAXWELLschen Forderung zu zweifeln.

die KANTsche Erklärung, daß Kausalität notwendige *Voraussetzung* für die *Möglichkeit der physikalischen Wissenschaft* sei, zweifellos eine scharfsinnige und richtige Bemerkung enthält, so ist es doch eine völlig ungerechtfertigte Übertreibung, aus der Existenz einer wissenschaftlichen Physik auf das Vorhandensein exakter, deterministischer Kausalität zu schließen. Im Gegenteil ist die Existenz von Physikern, welche aus ihren Forschungsergebnissen ein indeterministisches Verhalten physikalischer Systeme erschlossen haben, eine empirische Tatsache.

Die obenerwähnte Komplikation in der Formulierung des Kausalitätsprinzips durch Benutzung abgeschlossener Systeme ist überflüssig geworden durch die Relativitätstheorie, welche nicht nur ausschließliche *Nahewirkungsgesetze*, sondern auch eine endliche Grenze c der Ausbreitungsgeschwindigkeiten aller physikalischen Wirkungen fordert. Man kann danach die Behauptung des Determinismus so formulieren, daß der beobachtbare Zustand in einem Raumzeitpunkt $\mathfrak{r}'$, t' eindeutig bestimmt ist durch die beobachtbaren Zustände in allen Raumzeitpunkten $\mathfrak{r}$, t, welche zu einer bestimmten früheren Zeit t und einer Entfernung $|\mathfrak{r} - \mathfrak{r}'|$ von $\mathfrak{r}'$ gehören, die kleiner als $c\,(t' - t)$ ist. (Weltgeometrisch ausgedrückt: die im Innern der Schnittkugel des von $\mathfrak{r}'$, t' aus rückwärts gezogenen *Lichtkegels* mit dem fraglichen Raume $t = \text{const.}$ liegen.)

3.

Das Problem der Beobachtbarkeit. Die *Erfahrung* zeigt, daß die Mechanik des Planetensystems innerhalb der Grenzen der astronomischen Beobachtungsgenauigkeit ein Beispiel exakter Kausalität liefert. Die zu einer Zeit t bestehenden Örter und Geschwindigkeiten der Planeten und der Sonne bestimmen eindeutig Örter und Geschwindigkeiten für jede spätere Zeit t'. Auf keine Weise kann aus philosophischen Spekulationen heraus aprioristisch bewiesen werden, daß das so sein *muß*. Es wäre wohl logisch möglich, daß die immer verfeinerte Beobachtung eines Tages zeigen würde: bei sehr exakter Messung von Örtern und Geschwindigkeiten zur Zeit t und zur Zeit t' zeigt sich, daß der Zustand zur Zeit t' nicht ganz exakt durch den Zustand zur Zeit t festgelegt ist, sondern daß in akausaler Weise dem Zustand zur Zeit t' auch bei beliebig exakter Festlegung des Zustandes zur Zeit t ein gewisser *Spielraum* verbleibt.

Erfahrungen, die wir zwar nicht dem Astronomen, sondern dem Atomphysiker verdanken, haben jedoch das Kausalitätsprinzip in einer noch tieferen Schicht angegriffen. Tatsächlich besteht für jede Vorhersage eines physikalischen Natur-

vorganges ein akausaler Spielraum, dessen Auftreten jedoch aufgefaßt werden kann als sekundäre Folge aus einer grundsätzlichen *Beschränkung* der von der klassischen Theorie angenommenen *Beobachtungsmöglichkeit*. Die in der klassisch-kausalen Physik als *selbstverständlich* angenommene Möglichkeit, Ort und Geschwindigkeit eines Massenpunktes zu einer Zeit t mit *grundsätzlich* unbeschränkter, wenn auch praktisch stets endlicher Genauigkeit zu „messen", wird von der heutigen Physik als der *Erfahrung widersprechend* angesehen. Die *Voraussetzung* für die exakt-kausale Berechnung des zu erwartenden Ergebnisses einer Messung zur späteren Zeit t' ist also — so behauptet die heutige Physik — grundsätzlich *unvollziehbar*[1]. Legt man durch Messung die x-Koordinate eines Massenpunktes mit einem Spielraum Δx und die x-Komponente v_x der Geschwindigkeit mit einem Spielraum Δv_x fest, so ist auch im günstigsten Fall, bei denkbar genauester Messung, das Produkt $\Delta x \Delta v_x$ größer als h/M, wenn h das PLANCKsche Wirkungsquantum und M die Masse des Massenpunktes ist: Es gibt, wie die Atomphysiker ermittelt haben, *Naturgesetze*, welche die Ausführung einer noch genaueren Messung grundsätzlich verbieten; eine Festlegung des Ortes mit der Genauigkeit Δx *erzeugt* eine Unbestimmtheit Δv_x der Geschwindigkeit, die mindestens gleich $h/M \Delta x$ ist. Zwar ist für einen Planeten, und auch für irdische „makroskopische" Gegenstände, das Verhältnis h/M so klein, daß *innerhalb der praktischen Beobachtungsgrenzen* die exakte Gültigkeit des Kausalgesetzes nicht in Frage gestellt wird. Aber für atomare Gebilde erreicht diese Beschränkung der Beobachtungsmöglichkeiten eine *beherrschende* Bedeutung und ist maßgeblich beteiligt an allen den paradoxen Erscheinungen, welche uns im atomaren Geschehen entgegentreten, und welche jahrzehntelang so schwere Hindernisse für die theoretische Aufhellung dieses Gebietes gebildet haben.

Die heutige Physik mit dem ganzen Schwergewicht ihrer tausendfältigen Erfahrungen beschränkt also nicht nur das *Kausalprinzip* auf die Rolle einer nur mit Einschränkungen und bestenfalls mit einer gewissen Annäherung, mit endlichem Spielraum der Ungenauigkeit anzuwendenden Regel — deren scheinbar exakte Gültigkeit im makroskopischen Gebiet nur davon herrührt, daß hier die *praktischen* Grenzen der Beobachtungsgenauigkeit enger gezogen sind als die grundsätzliche Beschränkung der Anwendbarkeit des Kausalitätsprinzips. Sondern die Erfahrungen der Physik erschüttern sogar eine philosophische Position, die noch viel fester gegründet, noch viel „selbstverständlicher" erschien als das Kausalitätsprinzip: die Auffassung des Verhältnisses von *Subjekt und Objekt* in der wissenschaftlichen Erkenntnis[1].

Der klassisch-philosophischen Vorstellungsweise war es selbstverständlich, daß die Beobachtungstätigkeit des Subjekts sich auf ein Objekt bezog, das *unabhängig vom Subjekte* sei und *unbeeinflußt vom Beobachtungsvorgang* bleiben sollte. Es ist uns eine selbstverständliche Vorstellung, daß wir einen Planeten durch ein scharf eingestelltes Fernrohr beobachten können, ohne durch diese Beobachtung den „objektiven" Zustand (Ort und Geschwindigkeit) des Planeten *abzuändern*. Aber im mikrophysikalischen Gebiet offenbart sich etwas ganz anderes: hier ist die Beobachtung stets und notwendigerweise zugleich ein *Eingriff* in den Zustand des beobachteten Systems. Das steht in enger Verknüpfung mit der Grundtatsache der atomistischen Struktur aller Materie und sogar des Lichtes: Zur Ausmessung eines Atoms stehen uns niemals Beobachtungsinstrumente zur Verfügung, die selber *feiner* als dieses Objekt sind; so daß die zur Beobachtung nötige Einwirkung des Objektes auf das Meßinstrument stets von einer ebenso großen Einwirkung des Meßinstrumentes auf das Objekt begleitet ist. Wenn ich etwa an einem kräftefrei bewegten Elektron die Geschwindigkeit mit sehr großer Genauigkeit gemessen habe, so daß die Unbestimmtheit des Ortes sehr erheblich wird, und wenn ich dann in einem späteren Experiment eine sehr genaue Messung des Ortes ausführe (durch „Besehen" des Elektrons in einem „γ-Strahl-Mikroskop"), dann stellt die im Messungsergebnis erreichte scharfe *Bestimmung* des Elektronenortes nicht nur eine Bereicherung meines subjektiven Wissens, sondern auch die *Herstellung eines objektiv neuen Zustandes* dar; der beobachtete Zustand „Elektron am sehr scharf bestimmten Orte x, y, z", wird erst *im Messungsprozeß* selbst *geschaffen*.

Die „Beobachtung" im mikrophysikalischen Geschehen bedeutet also keineswegs einfach ein bloßes „Bekanntwerden" des Subjekts mit *sowieso vorhandenen* „objektiven" Tatbeständen, sondern einen die zu beobachtenden Tatbestände zum Teil erst selber erzeugenden Prozeß. Wenn wir den Ort eines Elektrons „messen", so heißt das, wir *zwingen* das Elektron, einen definierten Ort *anzunehmen*; wir versetzen damit das Elektron in einen von seinem bisherigen (im allgemeinen) völlig verschiedenen Zustand. *Welchen* Ort das Elektron unter diesem Zwange annimmt, das wird dann zwar von uns nur „registriert", hängt nicht vom Willen des Experimentierenden ab — sodaß nur ein Teil des Beobachtungsergebnisses (eben die Entstehung eines *definierten* Ortes) vom Beobachter erzwungen ist, während die *Entscheidung* über den angenommenen Ort vom Beobachter nicht beeinflußt werden kann. Aber eben diese Entscheidung ist auch vom Objekt her in keiner Weise eindeutig *vorher bestimmt*; sie ist nur *statistischen*

[1] Man hat deshalb gelegentlich gesagt, daß das Kausalprinzip in der Quantentheorie nicht falsch, sondern *sinnlos* werde, diese Darstellungsweise des Sachverhaltes ist jedoch nur auf Grund einer von der hier gebrauchten abweichenden und meines Erachtens nicht zweckmäßigen Terminologie möglich.

[1] Vgl. N. BOHR, Atomtheorie und Naturbeschreibung. Berlin 1931.

Gesetzmäßigkeiten unterworfen, gehorcht Wahrscheinlichkeitsgesetzen, die sich für den gerade vorliegenden Fall aus dem früheren Schicksal des Elektrons (etwa einer an ihm ausgeführten Geschwindigkeitsmessung, die zu einem uns bekannten Ergebnis führte) auf Grund der in der Schrödingergleichung allgemein formulierten „Charaktereigenschaften" des Elektrons rechnerisch bestimmen lassen.

So ist denn die Physik der atomaren Vorgänge eigentlich nicht eine Beschreibung objektiver, in sich abgeschlossener Tatbestände, sondern eine Beschreibung der Gesetzmäßigkeiten von *Beobachtungsprozessen*, in welchen sich in eigentümlicher Weise eine Entstehung neuer, unvorhersehbarer Tatbestände unter Zwang der Beobachtungsexperimente vollzieht.

Diese Erschütterung der klassisch-philosophischen Vorstellung des von der Beobachtung unberührten Objektes bedingt übrigens eine gewisse Abmilderung eines Gegensatzes, der von fast allen früheren Philosophen als ein *absoluter*, grundsätzlicher und vollkommener betrachtet wurde; wir meinen den Gegensatz zwischen objektiver Beobachtung und rein subjektivem Erleben. Man ist gewohnt, von der Betrachtung und Beobachtung der sog. „Außenwelt" die Beobachtung der eigenen subjektiven „Innenwelt" grundsätzlich zu unterscheiden. Aber dieser Unterscheidung wird eine Hauptstütze entzogen mit der experimentellen Widerlegung der Vorstellung, daß in der „Außenwelt" Tatbestände vorlägen, welche unabhängig vom Beobachtungsprozeß ein „objektives" Dasein besitzen. Das grundsätzliche Hindernis, das sich einstellt, sobald man versucht, durch psychologische *Selbstbeobachtung* Aufschluß über den Ablauf von eigenen Denk- oder Willensvorgängen zu gewinnen, ist ja eben dieses, daß gerade die Tätigkeit der Selbstbeobachtung einen tiefgreifenden Einfluß auf alle psychischen Reaktionen ausübt, sodaß die zu beobachtenden Prozesse durch die Beobachtung selbst wesentlich abgeändert werden. Ganz analog ist aber die Lage der Dinge in der Mikrophysik (und aus der Methodik, mit welcher die Quantentheorie die dadurch bedingten Schwierigkeiten überwunden hat, wird die Psychologie meiner Überzeugung nach ganz wesentliche Anregungen zu schöpfen haben); und mit dieser Analogie entfällt eines der Hauptkriterien für die *grundsätzliche* Unterscheidung von Außen- und Innenwelt.

4.

Statistische Naturgesetzlichkeit. Der Experimentator ist nicht imstande, durch genaue Beobachtung eines Radiumatoms Kriterien dafür zu finden, ob dieses Atom schon in der nächsten Sekunde oder vielleicht erst nach zehn Millionen Jahren radioaktiv zerfallen wird. Der Determinismus behauptet: das liegt nur an der Unvollkommenheit der heutigen Experimentiertechnik. Die Quantenphysik, gestützt auf eindringende Kenntnis der Natur des atomaren Geschehens, behauptet: das ist ebensosehr im *Wesen der Sache* begründet, wie die Unmöglichkeit einer experimentellen Feststellung des „Ätherwindes".

An die Stelle einer exakt-kausalen, eindeutigen Determinierung der künftigen Zustände eines physikalischen Systems durch seinen früheren Zustand und etwaige äußere Einflüsse tritt in der Atomphysik eine *statistische* Aussage, eine Bestimmung von *Wahrscheinlichkeiten* für die *verschiedenen* möglichen Verhaltungsweisen des Systems gegenüber dem *Eingriff* einer neuen „Beobachtung".

Man hat allerdings gelegentlich geglaubt, ein Fortbestehen kausaler Bestimmtheit auch in der Quantentheorie deshalb behaupten zu können, weil die „Schrödingerwellen" sich zeitlich in einer durch einen bekannten Anfangszustand *eindeutig* bestimmten Weise entwickeln. Aber dieses Argument beruht auf einem Mißverständnis des Zusammenhanges dieser mathematisch konstruierten Schrödingerwellen mit den beobachtbaren Tatsachen: Trotz eindeutiger Bestimmtheit der Schrödingerfunktion sind für die Ergebnisse neuer Experimente *keine* eindeutigen Schlüsse möglich, weil die Messungsergebnisse eben durch die Schrödingerfunktion *statistisch* bestimmt werden; das Mißverständnis ist also genau so primitiv, als wenn man sagen wollte, die Ergebnisse eines Würfelspieles seien *deshalb* kausal determiniert, *weil* sich für jedes mögliche Ergebnis eine *eindeutig* bestimmte *Wahrscheinlichkeit* berechnen lasse.

Die praktisch vollkommene Gültigkeit kausaler Gesetze im makroskopischen Gebiet erklärt sich im Rahmen der statistischen Atomphysik als ein *Grenzfall:* es ist hier stets ein gewisser eindeutig bestimmter Ablauf des Geschehens gegenüber den unendlich vielen anderen statistisch *möglichen* Abläufen durch eine so ungeheuer überwiegende Wahrscheinlichkeit ausgezeichnet, daß wir praktisch uns vollkommen auf das tatsächliche Eintreten dieses ausgezeichneten Ablaufs verlassen können. Aber auch die extrem unwahrscheinlichen Ereignisse müssen gelegentlich einmal wirklich geschehen; man muß *grundsätzlich* z. B. mit der Möglichkeit einer plötzlichen Steigerung in der Aktivität eines radioaktiven Präparates rechnen, *ohne daß dabei die Frage nach der „Ursache" dieses wunderlichen Ereignisses berechtigt ist.* Und man kann etwa beim Auftreten einer neuen *„Mutation"* an einer Pflanzenart unter Umständen durchaus im Zweifel sein, ob es berechtigt ist, die Frage zu stellen, *aus welchem Grunde* diese Mutation erst jetzt und nicht schon vor Jahrtausenden aufgetreten ist: Hier werden wir mit größter Deutlichkeit daran erinnert, daß unser wissenschaftliches „Verstehen" der Natur nichts anderes bedeutet als die Einordnung der einzelnen Beobachtung in das geordnete System unserer Gesamterfahrung. Wir „verstehen" ein Ereignis, wenn wir seine „Ursache" auffinden können; aber nach der Definition des Ursachbegriffes bedeutet das ledig-

lich die Feststellung, daß das im jetzigen konkreten Einzelfall beobachtete Ereignis erfahrungsgemäß *immer* dann einzutreten pflegt, wenn das als „Ursache" bezeichnete Ereignis vorausgegangen ist. Unser „Verstehen" bedeutet also, daß wir den *Einzelfall* als anderen Einzelfällen ähnlich, und somit einer *allgemeinen Regel* entsprechend erkennen. Danach muß aber in einer von nur statistischen Gesetzen beherrschten Natur unser Verstehen dort *enden*, wo nicht mehr allein die allgemeingesetzlich bestimmte Wahrscheinlichkeit, sondern das tatsächliche Einzelereignis selber in den Vordergrund der Betrachtung rückt; an Stelle des „Verstehens" tritt die bloße „historische" Beschreibung[1].

5.

Die Frage der Willensfreiheit. Die Problematik des Kausalitätsprinzips steht in unauflösbarer Verknüpfung mit einer über das Gebiet der Physik hinausreichenden, philosophisch hochbedeutsamen Frage: der Frage der „Willensfreiheit".

Die Behauptung des Determinismus ist diese (wir müssen sie, damit sie überhaupt einen *Sinn* bekommt, genauer formulieren, als in vor-quantenmechanischer Zeit getan wurde): *Aus dem beobachtbaren Zustand eines Menschen zur Zeit t läßt sich bei Beobachtung aller auf ihn wirkenden Einflüsse sein Zustand zu einer späteren Zeit t' eindeutig berechnen.*

Das ist eine klare Behauptung, die entweder richtig ist oder falsch; und ich glaube nicht, daß man heute noch, nach den Ergebnissen der Atomphysik, über ihre Richtigkeit oder Unrichtigkeit ernsthaft verschiedener Meinung sein kann.

Wenn ich z. B. den physiologischen Gehirnzustand eines Menschen möglichst genau untersuchen will, so muß ich ihn dazu *töten*. Man hat dies früher für einen *unwesentlichen* Umstand gehalten, und man könnte natürlich denken, daß der Fortschritt der Beobachtungsmethoden künftig eine vollkommene Beobachtung des Zustands in Gehirn, Nerven und allen anderen Körperteilen eines Menschen möglich machen werde, ohne daß der Mensch durch operative Eingriffe, Röntgendurchleuchtung usw. geschädigt oder getötet werden muß. Aber die in der Atomphysik gemachten Erfahrungen ermahnen uns, mit BOHR[2] die Möglichkeit ins Auge zu fassen, daß doch ein *Eingriff* in die Konstitution des Menschen ein naturgesetzlich *notwendiges Korrelat* jeder eindringlichen Beobachtung sein könnte — ähnlich, wie mit jeder Beobachtung an einem Atom ein verändernder Eingriff verbunden ist. Man beachte übrigens, daß die schädigenden Wirkungen einer Röntgendurchleuchtung *nicht* eine *zufällige*, diesem Untersuchungsmittel anhaftende Unerfreulichkeit darstellen, sondern im tiefsten quantenphysikalischen Wesen dieser Strahlung begründet sind. Wir dürfen geradezu sagen: die bei Röntgendurchleuchtung eintretenden Schädigungen an einem Organismus stehen in Paralle dazu, daß bei „Besehen" eines Elektrons mit einem γ-Strahlen-Mikroskop der Impuls des Elektrons einschneidend gestört wird (was engstens mit den Ungenauigkeitsregeln $\Delta x \, \Delta v_x > h/M$ zusammenhängt). Denn beide Effekte beruhen auf der Größe der Lichtquanten $h\nu$ und ihrer Rückstöße $h\nu/c$ bei hoher Frequenz ν.

Um sichere Auskunft zu gewinnen, wollen wir die verbreitete Hypothese zugrunde legen, daß die Gesetze des Organischen vollkommen auf die bekannten Gesetze des Anorganischen zurückzuführen seien. (Obwohl diese Hypothese von vornherein ebenso unbegründet ist, wie die früher gehegte Meinung, daß z. B. die Gesetze der Elektrizität auf die Gesetze der Mechanik zurückzuführen seien.) Diese Hypothese liefert ja gewiß die *günstigsten* Voraussetzungen für eine etwaige *Bejahung* der deterministischen Behauptung: Niemand wird vermuten wollen, daß ausgerechnet im Organischen die Quantenmechanik zugunsten der *klassischen* Mechanik außer Kraft gesetzt sei. Danach ist die entscheidende Frage, ob die organischen Gebilde, z. B. der Mensch, als wesentlich *makroskopische* Gebilde angesehen werden dürfen: Nur dann ist die Möglichkeit gegeben, eine (praktisch) vollkommene kausale Bestimmtheit der Reaktionen eines organischen Wesens *trotz des uns bekannten akausalen Verhaltens atomarer Gebilde* zu erwarten, wenn *die ganze Kausalkette* dieser Reaktionen im makroskopischen Gebiet verläuft. Das ist aber, wie von BOHR betont wurde, erfahrungsgemäß *nicht* der Fall. Gerade solche organischen Reaktionen, durch welche nach den Ergebnissen der Physiologie die grob makroskopischen Reaktionen des Tier- und Menschenkörpers *dirigiert* werden (z. B. feinste Lichtwahrnehmungen; ferner wahrscheinlich Zellkernreaktionen etwa bei Zeugungsprozessen) sind nach Ergebnissen der Physiologie vielfach von einer bis ins atomistische Gebiet reichenden Feinheit; sind also deterministischer Kausalität *nicht* mehr unterworfen.

Die Behauptung des Determinismus, die „Verneinung der Willensfreiheit", ist also in dem einzigen Sinn, den ihr der Naturwissenschaftler zuschreiben kann, nach dem heutigen Stande unserer Erkenntnis durch die Erfahrungen der Physiologie einerseits und der Atomphysik andererseits *widerlegt*. „L'homme machine", diese Behauptung ist schlechtweg *unrichtig*.

Das gehört also zum *Wesen des Lebendigen*: Für die anorganische Natur ist kennzeichnend, daß die statistische Akausalität der atomaren Reaktionen

[1] Ein Element bloßer Beschreibung ohne Möglichkeit gesetzmäßigen Verstehens ist auch in einer kausaldeterministischen Theorie vorhanden, jedoch handelt es sich dabei nur um eine „geographische" Beschreibung, da aus dem vollständig beschriebenen Weltzustand an einem einzigen Zeitpunkt t der zeitliche Verlauf aller Geschehnisse gesetzmäßig abzuleiten ist.

[2] N. BOHR, a. a. O. Ich möchte auch bei dieser Gelegenheit Herrn N. BOHR meinen Dank aussprechen für die vielfältige Belehrung, die ich in den letzten Jahren von ihm durch mündliche und briefliche Unterhaltungen über die Bedeutung der quantenmechanischen Erkenntnisse für die Probleme der Biologie und Psychologie erhalten habe.

durch „*Mittelbildung*" dazu führt, daß in makroskopischen Dimensionen praktisch vollkommene Kausalität besteht. Für die organische Natur ist kennzeichnend, daß die Akausalität bestimmter atomarer Reaktionen sich *verstärkt* zur makroskopisch wirksamen Akausalität.

Es ist von philosophischer Seite oft versucht worden, das *subjektive Gefühl* der „Willensfreiheit" als nicht im Widerspruch mit der deterministischen Hypothese stehend nachzuweisen. Diese Betrachtungen sind mit der physikalischen Widerlegung der deterministischen Hypothese gegenstandslos geworden; und man wird, wie von BOHR (a. a. O.) angedeutet wurde, im Gegenteil jetzt einen engen *Parallelismus* in der einerseits physiologischen und andererseits psychischen Beschreibung der Reaktionen eines organischen Wesens vermuten dürfen. (An das Denken in solchen *Parallelismen* haben wir uns ja inzwischen auf rein physikalischem Gebiet bereits gewöhnt durch die „dualistische" Beschreibung der Elektronenbewegung mit dem Wellenbegriff einerseits und dem Partikelbegriff andererseits). Dies möge an dem oben besprochenen Experiment der möglichst vollständigen „Beobachtung" des Zustandes eines Menschen erläutert werden, welches wir uns der Anschaulichkeit halber *langsam* und Schritt für Schritt ausgeführt denken wollen: Physiologisch bedingen die mit der Beobachtung verbundenen *Eingriffe* eine fortschreitende *Abtötung* des Menschen, mit dem Endeffekt, daß tatsächlich eine möglichst vollkommene Beschreibung des Zustands zu einer Zeit t erreicht wird, und daß kausal deterministische Weiterentwicklung dieses Zustands („Verwesung") für spätere Zeiten t' erzwungen wird. Dabei geht die „Unterdrückung der Akausalität" genau parallel mit dem Prozeß der Abtötung. Beschreiben wir aber denselben Vorgang von der psychischen Seite aus, so wird die schädigende Wirkung der physiologischen Eingriffe sich bemerkbar machen in Empfindungen, welche — ähnlich wie etwa diejenigen eines Fieberzustandes — *das subjektive Gefühl der Willensfreiheit lähmend beeinflussen*; und es scheint berechtigt, zu vermuten, daß sich dabei im einzelnen ein sehr vollständiger Parallelismus bewähren wird zwischen dem physiologischen Prozeß der „Unterdrückung der Akausalität" (durch „Beobachtung") und diesem psychischen Prozeß des Hinschwindens und schließlichen Erlöschens der Willensempfindung.

6.

Das Wesen des Organischen. Es muß also als eine feststehende Tatsache im Hinblick auf die Erfahrungen der Atomphysik und der Physiologie betrachtet werden, daß eine deterministische Auffassung der Lebensvorgänge mit den Ergebnissen der Naturwissenschaft nicht in Einklang zu bringen ist, da sie sich sogar dann als unhaltbar erweist, wenn man ausdrücklich annimmt, daß die organischen Reaktionen nur eine Summierung solcher atomarer Reaktionen darstellen, welche nach den gewöhnlichen, uns heute endlich zuverlässig bekannten Gesetzen der Atomphysik verlaufen. Nachdem wir aber soweit gegangen sind in der durch die experimentelle Erfahrung erzwungenen Überwindung historisch alter Vorurteile, werden wir auch diese letztere Hypothese mit der gebotenen Kritik bewerten.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst noch einmal den genauen Sinn dieser Hypothese, so, wie wir ihn in Rücksicht auf Atomphysik und Physiologie fassen müssen: Wir können die Reaktionen eines Organismus in zwei *Zonen* einteilen (welche jedoch vielfach ohne hervortretende Grenzen ineinander übergehen). Erstens die Zone der makroskopischen Kausalität, in welcher alle Reaktionen in beobachtbarer Weise nach kausalen mechanischen und chemischen Gesetzen verlaufen. Zweitens die Zone der „dirigierenden" Reaktionen, welche sich an sehr geringen Substanzmengen bis zu atomarer Größenordnung herunter abspielen, welche also (nach Ausweis der Atomphysik) nicht kausal determiniert sind, welche aber andererseits (nach Ausweis der Physiologie) gerade auslösend gegenüber den Reaktionen der ersten Zone wirken.

Nach dieser Hypothese würde also die Struktur und Funktionsweise eines Organismus ganz dieselbe sein, wie diejenige einer *Verstärkeranordnung*, wie sie vom Physiker benutzt wird, um die akausalen *Schwankungen* eines stationären Prozesses bzw. seine *atomaren Einzelprozesse* zu *makroskopischen* Effekten zu verstärken. Nach dieser Auffassung — nennen wir sie kurz die *Verstärkertheorie* der Organismen — ist ja eine auffällige Verschiedenheit des Verhaltens der Organismen gegenüber den Gebilden der anorganischen Natur schon ohne weiteres verständlich. Ein Organismus wird nach dieser Theorie *im Einzelfall akausal* reagieren, und sich damit wesentlich von anorganischen Gebilden unterscheiden. Sein Verhalten gegenüber irgendwelchen Einflüssen wird jedoch bestimmten *statistischen Gesetzen* unterworfen sein — wie sie ja tatsächlich z. B. in einer großen *Heerde* gleichartiger Organismen unmittelbar sichtbar werden.

Obwohl aber somit die Verstärkertheorie der Organismen in einem recht erheblichem Umfang ein Verständnis der biologischen Tatsachen ermöglichen und zum Teil das Richtige treffen dürfte, so möchten wir doch mit BOHR der Überzeugung sein, daß die auffällige *Stabilität* der Organismen, welche in dem „teleologischen" Charakter ihrer Reaktionen zum Ausdruck kommt, durch die Verstärkertheorie allein nicht verstanden werden kann. Es dürfte vielmehr die „innere" Zone der nichtkausalen Reaktionen, welche als der Sitz der die *Einheit* eines Organismus konstituierenden Reaktionsfähigkeiten anzusehen ist, durch einen *noch höheren Grad der Nichtbeobachtbarkeit* ihrer physikalischen Zustände ausgezeichnet sein, als wir aus der Atomphysik kennen. Die in Mikroskopen noch wahrnehmbaren feinsten organischen Strukturelemente, wie etwa Chromosomen, bestehen augenscheinlich *nicht* aus Teilen, die ihrer-

seits in sich homogen, aber noch aus vielen gleichartigen Molekülen zusammengesetzt sind, sondern es dürfte der Versuch, ein Chromosom in Teile zu zerlegen, die ihrerseits keine Inhomogenitäten und Strukturen mehr besitzen, bis in Zerlegungen von ungefähr atomarer Größenordnung hinunter führen. Diesem Tatbestand entsprechend wird es überhaupt nicht möglich sein, den physikalischen Zustand innerhalb eines Chromosoms *ohne eine Zerstörung seiner Funktionsfähigkeit* mit *derjenigen* Genauigkeit beobachtend festzulegen, welche nach der Quantenmechanik bei einer unbelebten Atomanhäufung immerhin noch erreichbar ist. Es dürfte also zwischen dem Zustand der *Lebendigkeit* einer organischen Struktur einerseits und dem Zustand einer bis an die atomphysikalisch mögliche Grenze gehenden *Definiertheit* der physikalischen Bedingungen andererseits eine ähnliche *Unvereinbarkeit* bestehen, wie etwa zwischen dem Zustand eines Massenpunktes mit scharf definiertem Impuls $M\,\mathfrak{v}_x$ und dem Zustand mit scharf definiertem Ort x. Die Überführung eines Zustandes der Belebtheit in einen Zustand größtmöglicher Definiertheit bedeutet eine radikale *Abtötung:* Die Ganzheit des Organismus löst sich auf, und es verbleibt nur die quantenmechanische Akausalität der zusammenhanglosen atomaren Einzelreaktionen, welche sich im allgemeinen nicht mehr zu makroskopischen Effekten ohne feststellbare Verursachung steigern.

Es ist der schönste Erfolg einer wissenschaftlichen Theorie, wenn sie Anregung und Befruchtung über die Grenzen ihres Entstehungsgebietes hinaus zu geben vermag. Der *revolutionäre Charakter* der Quantentheorie erweist sich weit über die Physik hinaus in den völlig neuartigen Gesichtspunkten, die sie zur Diskussion der tiefsten Probleme der Philosophie, der Willensfreiheit und des Verhältnisses von Subjekt und Objekt, beiträgt, und den weittragenden Anregungen, welche sie der Biologie und Psychologie zu bieten hat. Im Anblick der großen Perspektiven, die uns hier die Zukunft eröffnet, ist es eine Pflicht der Dankbarkeit, HUMES zu gedenken, dessen Analyse des Ursachbegriffes den Weg gewiesen und die Möglichkeit gegeben hat, diese Fragen aus dem Bereich des leeren Streites um Worte in das Bereich der sachlichen Entscheidung zu bringen.

Kurze Originalmitteilungen.

Unter Mitwirkung von MAX HARTMANN, MAX v. LAUE, CARL NEUBERG, ARTHUR ROSENHEIM und MAX VOLMER.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer baldigen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von **höchstens einer Druckspalte** zu beschränken.

Die Darstellung von atomarem Wasserstoff für organisch-präparative Zwecke.

Die systematische Untersuchung der Einwirkung von atomarem Wasserstoff auf organische Stoffe war bisher dadurch behindert, daß man hinreichend große Mengen und Konzentrationen H nur in der Glimmentladung nach WOOD-BONHOEFFER erzeugen konnte. Bei den niedrigen Drucken verdampfen aber die meisten organischen Stoffe in störender Weise, so daß genauer nur die Einwirkung auf Ölsäure untersucht worden ist. Die Aktivierung im Lichtbogen (HABER und OPPENHEIMER, Phys. Chem. B 16, 1932) ergab zu geringe Ausbeuten für präparative Arbeiten. Durch Aktivierung an einer Wolframwendel, die in einem wassergekühlten, mit Phosphorsäure ausgekleideten Glasrohr brennt, gelang es uns, bei einem Druck von einigen cm Hg hinreichende Mengen atomaren Wasserstoffs zu erhalten. So konnten wir in vorgelegten 7 Gramm Ölsäure nach 40 Minuten eine kräftige Ausscheidung von Stearinsäure beobachten. Die Strömungsgeschwindigkeit des Wasserstoffs betrug 4 Liter/Stunde, der Energieverbrauch 130 Watt.

Erlangen, Chemisches Laboratorium der Universität, den 27. September 1932. HANS KROEPELIN. ERWIN VOGEL.

Besprechungen.

LORENTZ, H. A., **Vorlesungen über theoretische Physik an der Universität Leiden, Band V: Die Maxwellsche Theorie.** Bearbeitet von K. BREMEKAMP; übersetzt von H. STÜCKLEN. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1931. VII, 199 S. 15×23 cm. Preis geh. RM 15.—, geb. RM 16.20.

Die von dem holländischen Meister selbst verfaßten Darstellungen „Theory of Electrons" und „Les theories statistiques en thermodynamique" gelten mit Recht als Glanzstücke der physikalischen Literatur. Ihr Reiz liegt nicht allein in der Klarheit und Strenge der mathematischen Entwicklungen, sondern vor allem in der physikalischen Gründlichkeit, mit welcher die Bedeutung eines einmal gewonnenen Zusammenhanges nach den verschiedensten Richtungen hin durchdiskutiert wird. Jeder Leser, welchem jene Werke als Vorbilder einer umfassenden Darstellung lieb geworden sind, wird die nach dem Tode von H. A. LORENTZ herausgegebenen Vorlesungen über theoretische Physik und insbesondere den vorliegenden, der MAXWELLschen Theorie gewidmeten Band nicht ohne eine gewisse Enttäuschung aus der Hand legen.

Das Buch ist wohl nicht als Lehrbuch der theoretischen Elektrizitätslehre für Studenten oder Ingenieure gemeint, sein Zweck scheint vielmehr zu sein, einen wissenschaftlichen Beitrag zur Lebensgeschichte des großen holländischen Physikers zu geben. Anscheinend aus Pietätsgründen wurden die Vorlesungen in der Form belassen, in der sie bei der Niederschrift während des Vortrages aufgezeichnet wurden — ein Umstand, der von diesem Standpunkt aus keinesfalls als ein Nachteil des Buches angesehen werden darf. Die einzelnen Gedankengänge sind klar und übersichtlich durchgeführt; man vermißt aber durchaus jene fesselnden Ausblicke auf Nachbargebiete oder auf die historische Entstehung, welche den eingangs erwähnten Schriften einen so großen Reiz verleihen.

Der vorliegende Band entspricht, nach einer Angabe auf dem Titelblatt, Vorlesungen, welche in den Jahren 1900—1902 gehalten sind. Er behandelt nach der üblichen Einleitung über Vektorrechnung in 7 Kapiteln die Vektoren des elektromagnetischen Feldes, die Elektrostatik, die stationären Ströme, die Induktionsströme, die Energie im elektromagnetischen Feld und

die elektromagnetische Lichttheorie, und zwar alles ausschließlich unter dem Gesichtspunkt der reinen MAXWELLschen Theorie. Die Sauberkeit in der Wahrung des ursprünglichen MAXWELLschen Gesichtspunktes geht so weit, daß ihre Weiterentwicklung zur Elektronentheorie oder ihre Beziehung zu früheren Theorien nirgends hereingezogen wird. So wird die elektrische Verschiebung $\mathfrak{D}$ — auch im Vakuum — als Vektor der verschobenen Elektrizitätsmenge eingeführt; die heute allein verständliche Beschreibung durch die Zerlegung $\mathfrak{D} = \mathfrak{E} + 4\pi\mathfrak{P}$ ist nirgends angedeutet. Im letzten Kapitel (elektromagnetische Lichttheorie, 10 Seiten) werden zwar die Gesetze der Reflexion und der Brechung ausführlich hergeleitet, jedoch wird völlig verschwiegen, daß die MAXWELLsche Formel $n = \sqrt{\varepsilon}$ für den Brechungsindex tatsächlich nur in Ausnahmefällen zutrifft. Auffällig ist die Reihenfolge, in welcher im Kapitel I die Vektoren des Feldes eingeführt werden. Zuerst kommt der MAXWELLsche Gesamtstrom C (§ 1), dann die „magnetische Kraft" $\mathfrak{H}$ (§ 2), danach die Induktion $\mathfrak{B}$ (§ 6) und erst dann die „elektrische Kraft" $\mathfrak{E}$ (§ 7) und die Verschiebung $\mathfrak{D}$ (§ 8). Der Gesamtstrom C wird also in § 1 als quellenfrei postuliert, obwohl die Vektoren $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{D}$ erst viel später eingeführt werden.

Die Darstellung ist selbstverständlich in sich absolut korrekt, auch die einzelnen Ableitungen klar und gut verständlich. Trotzdem muß man sagen, daß das Buch als Einführung in die Theorie der Elektrizität schon dem Stand der Physik in der Zeit 1900—1902 nicht mehr ganz gerecht wird. Dagegen ist es jedem als zuverlässiger Führer zu empfehlen, der sich über die spezifisch MAXWELLsche Auffassung der Theorie zu unterrichten wünscht. Vor allem jedoch erhält durch diese Vorlesungen die Nachwelt einen lebhaften Einblick in die Lehrtätigkeit von H. A. LORENTZ, den sie bisher nur als großen Forscher verehren konnte. In dieser historisch-biographischen Hinsicht ist das Buch sicher von bleibendem Wert. R. BECKER, Berlin.

DARROW, K. K., **Electrical phenomena in gases.** Baltimore: Williams & Wilkins Company 1932. XVII, 492 S. und 91 Abbildungen. 15×23 cm. Preis $ 8.—.

Man kennt K. K. DARROW auch in Deutschland als den Verfasser von elementar gehaltenen Einführungen in die Wellenmechanik und die physikalische Statistik. Das vorliegende Buch zeichnet sich ebenfalls durch vorbildliche Klarheit der Sprache und leichtfaßliche Behandlung des Stoffes aus. Die Darstellung gilt vorwiegend dem experimentellen Material, das an Hand genauer Literaturhinweise bis einschließlich 1930 recht vollständig berücksichtigt ist; manche wichtigeren Arbeiten aus dem Jahr 1931 sind ebenfalls bereits einbezogen. In dem 1. Kapitel werden besprochen: Ionisation durch Elektronenstoß und durch Licht, Bildung mehrfach geladener Ionen. Das 2. Kapitel befaßt sich im wesentlichen mit der Ionisationswahrscheinlichkeit. Das 3. Kapitel erörtert Anregung von Atomen und Molekülen durch Elektronenstoß, durch Strahlung, durch Stoß positiver Ionen und durch Stoß angeregter und metastabiler Atome. Das 4. Kapitel behandelt elastische Elektronenstreuung und Wirkungsquerschnitte von Atomen gegenüber Elektronen und positiven Ionen. Weitere Kapitel behandeln Wiedervereinigung, Anlagerung von Elektronen, Bewegung unter dem Einfluß eines äußeren Feldes, Diffusion, Ionenbeweglichkeit. — Während in diesen Abschnitten im Vordergrund der Betrachtung Elementarprozesse stehen, wenden sich die übrigen Kapitel mehr einer makroskopischen Beschreibung zu; es folgen alsdann: Raumladungseffekte, Oberflächenerscheinungen, Townsend-Entladung, selbständige Glimm- und Bogenentladung. Zahlreiche Abbildungen von Apparatskizzen und Meßkurven begleiten den Text.

Der Wert dieses Buches beruht vielleicht nicht zuletzt auf der Objektivität und Gleichmäßigkeit der Darstellung. Dabei hält der Verfasser mit seiner persönlichen Anschauung keineswegs zurück; diese tritt in den zahlreichen Anmerkungen hervor, die den Standpunkt DARROWS deutlich zum Ausdruck bringen und zur Belebung der Darstellung wesentlich beitragen. Neben der Beschreibung des neuesten Standes der Forschung werden vor allem die Methoden und der Entwicklungsgang klargelegt. Insbesondere ist das Kapitel über Ionenbeweglichkeit in dieser Hinsicht bezeichnend: Neben den letzten Arbeiten von LOEB und von TYNDALL und POWELL, welche die meisten früheren Ergebnisse in Frage stellen, werden sämtliche wichtigen älteren Methoden beschrieben; denn für DARROW ist eben nicht der gegenwärtige Erkenntnisgrad allein, sondern auch die geschichtliche und methodische Entwicklung für die Erfassung eines Problems von maßgebender Bedeutung. — Das ganze Werk ist eine breit angelegte Übersicht des gesamten Gebietes und ist vortrefflich dazu geeignet, auch einem etwas Fernstehenden das Verständnis der elektrischen Erscheinungen in Gasen zu vermitteln. Ein präzises Eingehen auf manche theoretisch schwierigeren Untersuchungen ist dem Verfasser in diesem Rahmen wohl nicht möglich gewesen. Im Vorwort wird darauf hingewiesen, daß die getroffene Auswahl des Stoffes nicht im Sinne eines Werturteils aufzufassen sei. W. LASAREFF, Berlin-Dahlem.

GIRTLER, R., **Einführung in die Mechanik fester elastischer Körper und das zugehörige Versuchswesen** (Elastizitäts- und Festigkeitslehre). Wien: Julius Springer 1931. VIII, 450 S. und 182 Textabbild. 16×25 cm. Preis geb. RM 29.—.

Das Werk stellt sich die Aufgabe, die Mechanik der nichtstarren Körper in inniger Verbindung von Theorie und Experiment darzustellen und auf diese Weise eine sichere Grundlage für die Ansätze der technischen Festigkeitslehre zu schaffen. Es ist verständlich, daß das linear-elastische Verhalten der Stoffe in den vorzugsweise verwendeten Belastungsbereichen, das ja in den allermeisten Fällen der praktischen „Berechnung" unserer Konstruktionen zugrunde liegt, auch in dem vorliegenden Buch den größten Raum einnimmt. Indessen sind in den letzten Jahren auch für die nichtelastischen Bereiche bedeutungsvolle Ansätze geschaffen und insbesondere über den Vorgang des Fließens und der Verfestigung — über die bleibenden Formänderungen überhaupt — weittragende Einsichten gewonnen worden, an denen eine moderne Festigkeitslehre nicht vorübergehen kann. Auch das vorliegende Werk sucht dieser Entwicklung Rechnung zu tragen und vor allem in praktischer Hinsicht die Arbeiten der letzten Zeit in angemessener Weise zu berücksichtigen. Auffallend ist jedoch, daß z. B. das Wort „Plastizität" anscheinend nirgends verwendet ist und auch im Sachverzeichnis fehlt. Es ist freilich zu sagen, daß in diesen Fragen irgendein Abschluß, der zu eindeutig formulierbaren Berechnungsgrundlagen — im technischen Sinne — geführt hätte, heute noch keineswegs erreicht ist.

Das Werk beginnt in herkömmlicher Weise mit einer eingehenden Analyse des Spannungs- und Verzerrungszustandes (das Wort „Tensor" ist vermieden) und schließt hieran eine sehr ausführliche Darlegung des HOOKEschen Gesetzes und seiner Gültigkeitsgren-

zen. Dabei werden auch die Grundbegriffe der praktischen Festigkeitslehre, wie Anstrengung und Bruchgefahr und auch der Bruchvorgang selbst, eingehend behandelt. Großer Wert ist auf die Erörterung der versuchstechnischen Fragen gelegt und durch die vorbildliche Gründlichkeit, die auf diesem Gebiete festzustellen ist, unterscheidet sich das Werk erheblich und vorteilhaft von anderen Werken einschlägiger Art.

Was die Gliederung anlangt, so zerfällt es in einen theoretischen ersten Teil, in dem die allgemeinen Begriffe und die Ansätze der HOOKEschen Mechanik entwickelt und begründet werden. Hier hätte nach Ansicht des Ref. noch mehr über die „Plastizitätstheorie" gesagt werden können. Im zweiten Teile, der mit „Näherungstheorie zur Berechnung gerader Stäbe" überschrieben ist, werden die einfachen und zusammengesetzten Belastungsfälle vorwiegend in der üblichen Auffassung entwickelt; dieser Teil enthält auch die mit der Stabilität des Gleichgewichtes (Knicken, Kippen) im Zusammenhang stehenden Untersuchungen und die für die technische Bewertung gerader Stäbe grundlegenden Versuche, die Anwendung der Arbeitssätze auf die Berechnung zusammengesetzter Fach- und Stabwerksträger; den Schluß bilden grundsätzliche Erörterungen über die Fragen der Dimensionierung und der zulässigen Spannungen.

Während noch vor nicht allzu langer Zeit die Fragen der Festigkeitslehre ausschließlich der technischen Forschung vorbehalten waren, ist an den Fortschritten der modernen Stoffkunde, insbesondere der Metallkunde, die ganze Physik und Chemie in hervorragendem Maße beteiligt. Es ist klar, daß die so gewonnenen Fortschritte auch der ausführenden Technik zugute kommen müssen, und in diesem Sinne zu wirken scheint mir einer der Hauptvorzüge des verdienstvollen Werkes zu sein, das als Lehr- und Nachschlagebuch bestens empfohlen werden kann. TH. PÖSCHL, Karlsruhe.

WALLOT, J., **Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik.** Berlin: Julius Springer 1932. IX, 331 S. und 347 Abbild. 17×26 cm. Preis geh. RM 21.50, geb. RM 23.—.

Das Ziel der Schwachstromtechnik ist die Übertragung eines Signals von einem Sendeort längs eines definierten Leitungskanals zu einem Empfangsort. Die Theorie der Schwachstromtechnik beschäftigt sich hiernach mit den quantitativen Beziehungen zwischen dem Empfangs- und dem Sendezeichen. Daraus folgt, daß die Feldphysik, ganz im Gegensatz etwa zur drahtlosen Übertragungstechnik, in der Schwachstromtechnik nur vorbereitende Aufgaben lösen kann; nämlich die Berechnung der wirksamen Leitungskonstanten. Nach drei solchen einleitenden physikalischen Kapiteln geht deshalb WALLOT sogleich zur Theorie der „Vierpole" über. Indem man in dem Begriffe des Vierpoles nur auf die Beziehungen zwischen Endstrom und Endspannung einerseits, Anfangsstrom und Anfangsspannung andererseits achtet, findet der verwickelte physikalische Vorgang der Signalausbreitung den formal denkbar einfachsten Ausdruck in homogenen, linearen Gleichungen zwischen den genannten Endgrößen und Anfangsgrößen. Allerdings muß man dazu die Signalamplituden als so klein voraussetzen, daß in den grundsätzlich nichtlinearen Gliedern des Übertragungskanales (Eisenspulen, eisenbewehrte Kabel, Verstärker) nur merklich lineare Arbeitsgebiete ausgenutzt werden. In dieser notwendigen Beschränkung läuft dann die Theorie der Schwachstromtechnik darauf hinaus, die Frequenzabhängigkeit der Vierpolkonstanten zu untersuchen. Ausgehend vom einfachen Übertrager und Verstärker lernen wir deshalb zunächst das Verhalten gleichmäßiger Leitungen kennen, denen sich die spulenbeschwerten Leitungen (Pupinkabel) anschließen. Fragen der Störbeseitigung wie auch der Mehrfachausnutzung von Schwachstromkanälen führen zur Konstruktion der selektiv übertragenden Wellenfilter, deren Wirkungsweise eingehend besprochen wird. Sie zeigen bei geeigneter Abwandlung ähnliche Eigenschaften wie eine gleichmäßige Leitung und finden daher eine wichtige Anwendung als Leitungsnachbildungen, die zum störungsfreien Einbau von Gegensprechverstärkern unentbehrlich sind. Allerdings gelten solche Nachbildungen nur in hinreichend kleinen Frequenzbereichen. Es ist deshalb notwendig, daß in zwei Sonderabschnitten die Besonderheiten der Schaltvorgänge erläutert werden, welche mittels der FOURIERschen Integraldarstellung als kontinuierliche Frequenzspektren aufgefaßt werden können.

Das WALLOTsche Buch bildet hiernach eine Ergänzung zu dem klassischen Werk von F. BREISIG[1], das ja gerade das Hineinspielen der MAXWELLschen Theorie in die Arbeitsgebiete der Schwachstromtechnik aufzeigt. Diese Ergänzung ist vom technischen Standpunkte aus ebenso erwünscht, wie sie wissenschaftlich wertvoll ist. Der Verf., bekannt durch führende Mitarbeit im AEF., hat es vortrefflich verstanden, in knapper, schlichter Sprache die wesentlichen Definitionen herauszuarbeiten und auf ihnen sein Lehrgebäude zu errichten; daß Einzelheiten (z. B. „Scheinfrequenz", „Scheinwiderstand") anfechtbar erscheinen, kann hieran nichts ändern. Für den naturwissenschaftlich eingestellten Leser ist es besonders angenehm, daß jede nur auf Kosten der Exaktheit erreichbare sog. Veranschaulichung vermieden ist. Die wahre Anschauung aber ist auf die Quellen geführt, die allein anerkannt werden dürfen: die Quellen der Erfahrung. Es steht zu hoffen, daß die genannten Vorzüge des Buches im Verein mit mustergültiger drucktechnischer Ausstattung ihm bald eine große Verbreitung in den Kreisen aller technisch interessierten Naturwissenschaftler verschaffen werden.

FRANZ OLLENDORFF, Berlin.

Hydrodynamics. Bulletin of the National Research Council. Report of the Committee on Hydrodynamics. Von HUGH L. DRYDEN, FRANCIS D. MURNAGHAN und H. BATEMAN. Published by The National Research Council of The National Academy of Sciences. Washington, D. C. 1932. 634 S. und 25 Abb. 17×25 cm. Preis $ 5.—.

Das vorliegende umfangreiche Werk behandelt sehr eingehend verschiedene Gebiete der Hydrodynamik, ohne aber eine geschlossene und erschöpfende Darstellung zu sein. Es läßt sich nicht sagen, welche Gesichtspunkte bei der Auswahl der behandelten Gebiete maßgebend waren, da ein Vorwort, das darüber Aufschluß geben könnte, nicht vorhanden ist. Man ist sich daher im unklaren, welche Gründe und Absichten bei der Abfassung des Werkes, das einen vorzüglichen Eindruck macht, maßgebend gewesen sind.

Von den genannten 3 Verfassern sind die beiden zuerst genannten nur in geringem Umfange (zusammen mit 88 Seiten von 634 Seiten des ganzen Werkes) mit Beiträgen zum 1. Teil beteiligt. Der weitaus überwiegende Teil stammt von H. BATEMAN, der vielen deutschen Lesern durch seine Beiträge in den Berichten des National Advisory Committee for Aeronautics und anderer Arbeiten bekannt sein wird.

[1] „Theoretische Telegraphie" 2. Aufl. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn 1924.

Das Buch besteht aus 4 Teilen, deren Inhalt wir uns nun etwas näher ansehen wollen. Das erste Kapitel des 1. Teiles, von H. L. DRYDEN verfaßt, bringt eine kurze allgemeine Übersicht der experimentellen Aerodynamik, ohne auf Einzelheiten einzugehen. Das zweite Kapitel, mit der Überschrift „Hydrodynamik der idealen Flüssigkeit", hat F. D. MURNAGHAN zum Bearbeiter. Es hat ebenfalls nur geringen Umfang (58 S.) und behandelt nach Angabe der allgemeinen Gleichungen für die reibungslosen Flüssigkeiten einige spezielle flugtechnische Probleme, z. B. Joukowsky-Profile und die Theorie des induzierten Widerstandes. Das 3. Kapitel „Allgemeine physikalische Eigenschaften einer zähen Flüssigkeit" sowie alle folgenden Teile des Buches stammen von A. BATEMAN.

Der II. Teil befaßt sich mit der „Bewegung der inkompressiblen zähen Flüssigkeit". Dieser Teil, der im wesentlichen laminare Strömungen behandelt, enthält folgende Unterabschnitte:

1. Allgemeine analytische Theorie.
2. Bewegung in einer Richtung.
3. Drehende Bewegung der zähen Flüssigkeit.
4. Zweidimensionale Bewegung.
5. Laminare Bewegung in der Grenzschicht.
6. Dreidimensionale Bewegung.
7. Näherungsmethoden zur Berechnung des Widerstandes bei der Bewegung in einer zähen Flüssigkeit.

Der III. Teil ist der Untersuchung der turbulenten Bewegung gewidmet. Es wird hier nach einer allgemeinen Einführung in die Theorie der turbulenten Bewegung der Nutzen erörtert, der durch Einführung des Begriffes der scheinbaren Zähigkeit erzielt wird. Im letzten Unterabschnitt werden Strömungen in Kanälen von verschiedener Form untersucht.

Der IV. Teil behandelt schließlich die Strömungsvorgänge in kompressiblen Medien, darunter vor allem den Ausfluß von Gasen und die Strömung um Körper bei hohen Geschwindigkeiten.

Man sieht, daß solche Probleme bevorzugt behandelt werden, denen eine gewisse technische Bedeutung zukommt. Die Behandlungsweise ist naturgemäß stark mathematisch, dabei aber angenehm lesbar. Die Lektüre setzt eine gewisse Vertrautheit mit dem behandelten Stoff voraus und ist daher zur ersten Einführung weniger geeignet. Dafür werden viele Fragenkomplexe sehr eingehend und gründlich behandelt, so daß das Buch sich für das Studium von Spezialfragen als sehr nützlich erweisen wird. Dies wird besonders auch durch ein außerordentlich reichhaltiges Literaturverzeichnis erleichtert, das jedem Abschnitt angefügt ist. Hervorzuheben ist, daß auch stets auf den Grad der Übereinstimmung zwischen Theorie und Versuch hingewiesen wird und daß in vielen Fällen Versuchsergebnisse mit angeführt werden. Schließlich verdient auch betont zu werden, daß die Ergebnisse der hydrodynamischen Forschung aus der allerjüngsten Zeit bereits berücksichtigt sind.

Das Buch stellt einen sehr beachtlichen Beitrag zur hydrodynamischen Literatur dar und kann auf das beste empfohlen werden.

C. WIESELSBERGER, Aachen.

Ergebnisse der kosmischen Physik. Band I. Herausgegeben von V. CONRAD und L. WEICKMANN. XI, 448 S. und 243 Abbild. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1931. 15×23 cm. Preis geh. RM 44.—, geb. RM 46.—.

Im ersten dieser sieben zusammenfassenden Aufsätze berichtet C. STÖRMER *„Über die Probleme des Polarlichtes"*. Der übersichtlichen, von vielen Abbildungen begleiteten Darstellung werden die bekannten Beobachtungen und theoretischen Untersuchungen des Verfassers zugrunde gelegt, durch Hinweise auf andere Arbeiten ergänzt. Der Aufsatz soll dem Mathematiker, Physiker, Astronomen und Meteorologen die Fülle der Probleme andeuten, die sich aus der Polarlichtforschung ergeben, und damit die Zusammenarbeit anregen; dieses Ziel hat der Verfasser erreicht. — W. KOLHÖRSTER und L. TUWIM berichten über den *Barometereffekt* und über die *Absorptionskoeffizienten der Höhenstrahlung*. Wegen der kritischen Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse und der theoretischen Überlegungen und wegen der ausführlichen Literaturangaben werden diese wertvollen Beiträge vielen von Nutzen sein. Eine Bemerkung zu den vielen Korrelationskoeffizienten zwischen Höhenstrahlung und Barometerstand erscheint hier angebracht: sie unterscheiden sich nämlich wesentlich mehr, als man nach ihren mittleren Fehlern erwarten sollte. Das liegt wohl daran, daß die Formeln für den mittleren Fehler unter der Voraussetzung abgeleitet sind, daß die Einzelbeobachtungen voneinander unabhängig sind. Diese Voraussetzung ist aber z. B. bei aufeinanderfolgenden Stundenwerten des Luftdrucks sicherlich nicht erfüllt. Bei Abhängigkeit der Beobachtungen gilt aber das Fehlerfortpflanzungsgesetz nicht in der gewöhnlichen Form; d. h., wenn man aus n Einzelbeobachtungen mit dem mittleren Fehler m den Mittelwert bildet, so hat dieser nicht den mittleren Fehler $m/\sqrt{n}$, sondern einen größeren. Ähnliche Nichtbeachtung statistischer Grundsätze hat schon oft zu Überschätzungen der Genauigkeit geführt, z. B. bei manchen Diskussionen über periodische Variationen der Höhenstrahlung. — F. W. P. GÖTZ bespricht das *atmosphärische Ozon*, ein Gebiet „gleichermaßen reizvoll als ein Stück Wissenschaftsgeschichte wie durch mannigfache Verknüpfung mit allerverschiedensten Problemen". Der Verfasser hat es verstanden, vollständige Berücksichtigung der Literatur mit flüssiger Darstellung zu verbinden. — P. DUCKERT berichtet über die theoretischen und experimentellen Ergebnisse *„über die Ausbreitung von Explosionswellen in der Erdatmosphäre"*. Man erfährt daraus, daß das Ohr-Beobachtungsnetz bei den deutschen Versuchssprengungen nicht befriedigte, und daß auch die Registrierungen bisher nur für die Ermittlung von Laufzeiten systematisch ausgewertet werden konnten, während über den Druckverlauf in der Explosionswelle bisher wenig bekannt ist. Da eine Gesamtbearbeitung des Materials noch aussteht, stützt sich der Verfasser auf eigene Durchrechnungen der Sprengungen, um den Ausbreitungsvorgang zu beschreiben und zu deuten. Unter den Möglichkeiten, die hohe Schallgeschwindigkeit in der oberen Stratosphäre zu erklären, entscheidet sich der Verfasser für Temperaturzunahme. — F. HOPFNER bespricht, unter dem Titel *„Neue Wege zur Bestimmung der Erdfigur"*, wichtige Gesichtspunkte der Theorie der Schwerkraftsverteilung auf der Erde, die vielfach übersehen worden sind. Dem Verfasser gebührt das Verdienst, in temperamentvoller Weise auf die Unzulänglichkeit gewisser, in der Praxis üblich gewordener Verfahren hingewiesen zu haben. Die damit neubelebte Diskussion über die Größenordnung der Geoid-Undulationen und über die Frage der Isostasie dauert noch an und hat bereits an einigen fast erstarrten Lehrmeinungen gerüttelt. — *„Zur Dynamik der Bewegungsformen auf der Erdoberfläche"* ist ein von B. HAURWITZ herausgegebenes Vorlesungsmanuskript aus dem Nachlaß von F. M. EXNER. Es behandelt geographische

Naturerscheinungen, wie Wasserströmung in Flüssen, Wirbel- und Walzenbildung in Wasser und Luft, Dünen und Sandwellen, Geschiebe und Flußformen, Form und Druck von Geröll-Hügeln. Die Erscheinungen werden beschrieben und unter stark vereinfachenden Voraussetzungen gedeutet, mit Hilfe von Laboratoriumsversuchen und einfachen theoretischen Ansätzen. Ein Namenregister beschließt den gut ausgestatteten Band.

Den Herausgebern ist es gelungen, geeignete Themen und Bearbeiter zu wählen. Es wird nichts darüber gesagt, in welchem Umfange die „Ergebnisse" fortgeführt werden sollen; auf dem Titelblatt sind sie als Supplementband zu GERLANDS Beiträgen zur Geophysik bezeichnet. Die „Beiträge" ergänzen sich aus mehr oder weniger „unverlangt eingesandten" Originalarbeiten, deren wenig gezügelter Ansturm in den letzten Jahren manchen Leser vergrämt hatte. Demgegenüber sollten die Herausgeber in der Lage sein, die Fülle der „Ergebnisse" so zu bemessen, daß sie nicht durch Übermaß ihren Zweck verfehlen und dadurch des Erfolges verlustig gehen, den man ihnen auf Grund dieses ausgezeichneten ersten Bandes wünscht.

J. BARTELS, Berlin-Eberswalde.

Handbuch der anorganischen Chemie. Unter Mitwirkung von E. ABEL, herausgegeben von R. ABEGG †, FR. AUERBACH †, I. KOPPEL. Bd. 4, Abt. 3: Die Elemente der achten Gruppe des periodischen Systems, zweiter Teil: Eisen und seine Verbindungen. A, Lieferung 1. Von I. KOPPEL u. a. Leipzig: S. Hirzel 1931. XVI, 336 S. und 136 Fig. im Text. 17×25 cm. Preis RM 40.—. — Atomgewicht, JUL. MEYER. Eisenatom, E. RABINOWITSCH. Darstellung von reinem Eisen, K. FISCHBECK. Kolloides Eisen, D. DEUTSCH. Physikalische Eigenschaften, K. FISCHBECK. Elektromotorisches und elektrochemisches Verhalten, H. DANEEL.

Die vorliegende Lieferung 1 vom Teil A „Eisen und seine Verbindungen" behandelt Atomgewicht, Eisenatom, Darstellung des reinen Eisens sowie physikalische und chemische Eigenschaften des Eisens. Passivität, Korrosion, Verbindungen und Legierungen mit Metalloiden und Metallen, die Technologie sowie die Analyse, sollen in den späteren Lieferungen ihre Bearbeitung finden.

Bei der Darstellung ist eine systematische Behandlung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Eisens in den Vordergrund gerückt worden. Gleichzeitig soll die umfangreiche Forschung auf technischem Gebiete tunlichst Berücksichtigung finden, indem neben einer kurzen, lehrbuchartigen Übersicht der technischen Verfahren deren physikalische und physikalisch-chemische Grundlagen ausführlich dargestellt werden sollen.

Der erste Abschnitt enthält eine vollständige Übersicht der bisher vorliegenden *Atomgewichtsbestimmungen* mit besonderer Betonung der neueren Arbeiten. Der zweite Abschnitt über das *Eisenatom* bringt eine Zusammenstellung der neueren physikalischen Arbeiten über Atombau und Spektrum einschließlich Röntgenspektrum, magnetisches Moment des Atoms, Größe des Atoms und Stellung im periodischen System. Im Abschnitt über die *Darstellung von reinem Eisen* werden nur die Verfahren behandelt, die zur Darstellung von reinem Eisen führen, während die üblichen technischen Verfahren zur Herstellung von Eisen und Stahl im noch nicht erschienenen technologischen Teil behandelt werden sollen. Bei der Besprechung des *pyrophoren und kolloiden Eisens* wird besonderer Wert auf die Beschreibung der Eigenschaften von pyrophorem Eisen und die Herstellungsverfahren und die Eigenschaften von Eisenspiegeln gelegt.

Im überaus umfangreichen Abschnitt über die *physikalischen Eigenschaften des Eisens* wird angestrebt, in erster Linie die Eigenschaften des reinen Metalles zu kennzeichnen. Wo dies nicht möglich ist, sind Angaben über möglichst reine Eisensorten aufgenommen worden. Vielfach sind auch Angaben über die durch Fremdstoffzusätze bedingten Eigenschaftsänderungen beigefügt worden, um eine Extrapolation der Eigenschaftswerte für das reine Eisen tunlichst zu ermöglichen. Der Teilabschnitt *Aggregatzustände* geht nur kurz auf die geschichtliche Entwicklung ein; der Anteil der verschiedenen Untersuchungsverfahren an dem heutigen Stand unserer Kenntnisse wird treffend hervorgehoben. Bei der Besprechung des *Feinbaues* ist ein sehr kurz gefaßter Unterabschnitt über den Einfluß von Kohlenstoff auf die Raumgitter des Eisens eingefügt; bei der großen Wichtigkeit für die Deutung der Härtungsvorgänge beim Stahl ist zu wünschen, daß diese Frage eine ausführlichere Behandlung in dem Abschnitt über Eisenlegierungen in der nächsten Lieferung erfährt. Der folgende Abschnitt über *Volumen, Ausdehnung und Kompressibilität* gibt eine vollständige Zusammenfassung der Beobachtungen an reinem oder nahezu reinem Eisen. Der Absatz *mechanische Eigenschaften* enthält eine sorgfältige Zusammenstellung zahlreicher Meßergebnisse hinsichtlich Elastizitätsmodul, Härte, Zugfestigkeit, Dauerfestigkeit unter ruhender und schwankender Belastung u. a. m. Von jeder theoretischen Erörterung ist Abstand genommen. Da für reines oder nahezu reines Eisen nur verhältnismäßig wenig Versuchsergebnisse vorliegen, wird vielfach auf Untersuchungen an technischen Stahlsorten zurückgegriffen, wobei der Einfluß von Legierungszusätzen sowie thermischer und mechanischer Behandlung erörtert wird. Hoffentlich bedeutet es keine Beeinträchtigung der Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit der Stoffanordnung des ganzen Bandes „Eisen", daß mit der ziemlich ausführlichen Besprechung der Eigenschaften technischer Stähle in den Stoff eines in den späteren Lieferungen zu behandelnden Abschnittes (Verbindungen und Legierungen des Eisens mit Metalloiden und Metallen) eingegriffen wird. Es ist auf jedem Fall zu begrüßen, daß diese Gruppe von Eigenschaften, die für die Bewertung des Eisens als technischer Bau- und Werkstoff in besonderem Maße bestimmend sind, auch im Rahmen dieses Handbuches, dessen Benutzer zum überwiegenden Teil nicht in den Kreisen der Techniker zu suchen sind, eine so ausführliche und geschlossene Behandlung erfahren hat. Dabei erhebt sich die Frage, ob es sich empfiehlt, Zahlenangaben über eine Eigenschaft wie die Dauerfestigkeit aufzunehmen, bei der wir hinsichtlich Definitionen und Bestimmungsverfahren noch völlig in der Entwicklung stehen.

Im Abschnitt über die *thermischen Eigenschaften* sind die Werte der spezifischen Wärme und der Wärmeinhalte, der Umwandlungswärme und der Wärmeleitfähigkeit sorgfältig zusammengestellt, im Abschnitt über *optische Eigenschaften* entsprechend Brechung, Absorption und Emission, Reflexion, Gesamtstrahlung, magnetooptische Erscheinungen. Bei dem Abschnitt über die *magnetischen Eigenschaften* drängt sich die Frage auf, ob nicht bei diesem schwierigen und schwer übersehbaren Gebiet der ausdrückliche Verzicht auf jeden Hinweis auf die theoretischen Zusammenhänge der Klarheit und Verständlichkeit der umfangreichen Zusammenstellung von Meßergebnissen abträglich geworden ist. Im Abschnitt über *elektromotorisches und elektrochemisches Verhalten des Eisens* werden die Gleichgewichtspotentiale einfacher und komplexer Eisenionen eingehend behandelt, die Schwierigkeiten

der Messung beschrieben und der Einfluß verschiedener Beimengungen sowie das kathodische und anodische Verhalten des Eisens beim Stromdurchgang behandelt.

Wenn auf diese Weise bei der Behandlung eines so wichtigen Elementes wie des Eisens in einem chemischen Handbuche die physikalischen Eigenschaften stark in den Vordergrund gedrängt worden sind, so wird dadurch mit besonderem Nachdruck veranschaulicht, wie eng sich chemische und physikalische Betrachtungsweise und Forschung in den letzten Jahren verflochten haben, welche große Beachtung der Chemiker dem physikalischen Verhalten der Stoffe heute schenkt und auch schenken muß. Es ist auf jeden Fall ein sehr dankenswertes Bemühen der Bearbeiter, dem Chemiker eine so umfassende Sammlung der Ergebnisse der physikalischen und technischen Forschung zur Verfügung zu stellen, die in ihrer knappen und übersichtlichen Darstellung und mit den beigefügten sorgfältigen Zusammenstellungen des einschlägigen Schrifttums auch über diesen Kreis hinaus, ja selbst von jedem, auf dem Sondergebiet des Eisens Tätigen als wertvolles Hilfsmittel gewertet werden muß.

F. Körber, Düsseldorf.

Handbuch der anorganischen Chemie. Herausgegeben von R. Abegg †, Fr. Auerbach † und I. Koppel. 4. Band, 3. Abteilung, 2. Teil B, Lieferung 2. Herausgegeben von I. Koppel. Leipzig: S. Hirzel 1932. IV, 208 S., 19 Abbildungen im Text und eine Tafel. 17×24 cm. Preis geh. RM 24.—.

Die zweite Lieferung dieses Bandes [über die erste Lieferung vgl. diese Z. **19**, 114 (1931)], in dem die Chemie der Eisenverbindungen, abgesehen von dem metallischen Eisen und seinen Legierungen, behandelt wird, ist in ihrem ganzen Umfange der Beschreibung der Eisencyanide und ihrer Derivate gewidmet. Sie umfaßt eines der kompliziertesten, aber auch interessantesten Gebiete der anorganischen Chemie, da der wissenschaftlichen Aufklärung der Eisencyanide, die als die erstbekannten stark komplexen Verbindungen den früheren Chemikern viele Rätsel aufgaben, eine ungeheuer große Anzahl von Untersuchungen gewidmet ist. Das umfangreiche Material ist in übersichtlichster Weise geordnet und die theoretischen Schlußfolgerungen sind bis in die neueste Zeit eingehend entwickelt worden. Auf die Behandlung der Hexacyanide des zwei- und dreiwertigen Eisens folgen in einem Sonderkapitel die Eisen- und Kupfersalze der beiden Gruppen, die einerseits als Blaufarbstoffe, andererseits als kolloide Verbindungen besonders eingehend studiert worden sind. Einem weiteren Kapitel über die Pentacyanide, in dem die zahlreichen Prusso- und Prussiverbindungen systematisch behandelt werden, schließt sich ein kolloidchemisches Kapitel an. Eine kurze Darstellung der Technologie der Eisencyanverbindungen beendet die Lieferung.

Die Darstellung des Verfassers dieser Monographie (A. Carlsohn) ist überall klar verständlich und fügt sich dem traditionellen Stile des großen Handbuches in bester Weise ein.

Nach vielen Jahrzehnten des Mangels haben wir durch diese Darstellung des komplizierten Gebietes, die wiederum fast gleichzeitig mit der bewundernswert sorgfältigen Materialsammlung des Gmelinschen Handbuches über denselben Gegenstand erscheint, nunmehr das langentbehrte Hilfsmittel, das wohl dazu anregen wird, die trotz der ungeheuren, diesen Verbindungen bereits gewidmeten Arbeit noch bestehenden mannigfachen Lücken experimentell auszufüllen.

A. Rosenheim, Berlin.

Schröter, W., **Das Rhenium.** Mit einer Einleitung von W. Noddack. (Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, herausgegeben von H. Grossmann, Neue Folge Heft 11.) Stuttgart: Ferd. Enke 1932. 59 S. und 6 Tabellen. 16 × 25 cm. Preis geh. RM 5.50.

In dieser Zeitschrift [Naturwiss. **13**, 567 (1925)] ist vor 7 Jahren die erste Mitteilung von W. Noddack und I. Tacke über die Auffindung der Manganhomologen Nr. 43 und 75 (Masurium, Rhenium) erschienen. Die Entdecker wandten ihre Aufmerksamkeit zuerst dem Rhenium zu; sie gewannen 1927 einige Milligramme des Elementes und untersuchten dessen wichtigste Eigenschaften und Verbindungen. 1928/29 war es ihnen möglich, 2,7 g des Elementes aus Mineralien abzuscheiden, und kurz darauf konnten sie in einem Hüttenrückstand erhebliche Mengen Rhenium nachweisen, womit der Weg zur technischen Erzeugung von Rheniumpräparaten und zu deren ausgiebiger Untersuchung offen stand. Die Zahl der Veröffentlichungen über Rhenium ist dementsprechend 1930 und 1931 stark angestiegen, so daß eine übersichtliche Zusammenstellung aller Forschungen auf diesem Gebiet recht willkommen ist. Schröter hat diese Aufgabe mit Sachkenntnis und Geschick gelöst. In der gut geordneten, angenehm lesbaren Schrift wird kaum eine Angabe von Bedeutung fehlen. Für die Leser dieser Zeitschrift sind von besonderem Interesse die Gedankengänge, die zur Auffindung der Manganhomologen geführt haben, sowie die Forschungen von W. und I. Noddack über die Verteilung des Rheniums in der Welt, die zu einem jüngeren Aufsatz derselben Verff. [Naturwiss. **18**, 767 (1930)] in enger Beziehung stehen.

I. Koppel, Berlin.

Kassel, L. S., **The kinetics of homogeneous gas reaktions.** New York: Chemical Catalog Company 1932. 330 S. und 25 Abbild. 15×23 cm. Preis § 6.50.

Mit dieser Darstellung der Kinetik homogener Gasreaktionen hat sich der Verfasser L. S. Kassel, der durch eigene Arbeiten das genannte Gebiet sehr gefördert hat, ein neues Verdienst erworben. Schon seit einer Reihe von Jahren stehen Probleme des chemischen Reaktionsmechanismus im Vordergrund physikalisch-chemischer Interessen und das Bedürfnis nach einer zusammenfassenden Darstellung wie der vorliegenden wurde häufig geäußert. Die zum Teil recht komplizierte Materie ist ist hier außerordentlich verständlich dargestellt. Das Buch besteht aus zwei ziemlich genau korrespondierenden Teilen. Im ersten Teil (120 S.) sind die theoretischen Grundlagen (Theorie der bi-, tri- und monomolekularen Reaktionen sowie der Komplexreaktionen) entwickelt. Es ist durch klare Formulierung und präzise Ausdrucksweise ausgezeichnet (z. B. begrifflicher Unterschied zwischen Reaktion erster Ordnung und monomolekularer Reaktion, zwischen Aktivierungswärme und kritischer Energie bei einer solchen Reaktion). Im zweiten Teil (187 S.) finden wir das gesamte experimentelle Material nach diesen Gesichtspunkten durchdiskutiert. Diese Durcharbeitung zeugt von einem großen Überblicke des Verfassers. Seine Stellungsnahme zu den zur Zeit noch offenen Fragen ist stets begründet.

Das Buch wird nicht nur für denjenigen, der sich einarbeiten will, sondern auch für den Spezialisten eine große Hilfe sein.

K. F. Bonhoeffer, Frankfurt.

Prausnitz, P. H., und J. Reitstötter, **Elektrophorese, Elektroosmose, Elektrodialyse in Flüssigkeiten.** Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopf 1931. XII, 307 S. und 54 Abb. 15×22 cm. Preis geh. RM 18.50, geb. RM 20.—.

Obwohl mit dem Ausdruck Elektrophorese der einfache Begriff der Wanderung in Lösung suspendierter Teilchen unter dem Einfluß des elektrischen Feldes gemeint ist, und mit dem Ausdruck Elektroosmose der

inverse Effekt, die Wanderung von Lösungen durch Diafragmen, so sind diese beiden Erscheinungen doch so komplexer Natur, daß ihre theoretische Beherrschung nur in besonders einfachen Fällen geglückt ist, während für den tieferen Einblick noch wesentliche Gesichtspunkte fehlen. In noch viel höherem Grade gilt das Gesagte von den komplizierten Vorgängen der Elektrodialyse. Die Verfasser standen daher vor keiner leichten Aufgabe, wenn sie es unternommen haben, fast das gesamte, während der letzten 30 Jahre auf diesen Gebieten zutage geförderte Beobachtungsmaterial möglichst systematisch und kritisch zur Darstellung zu bringen. Jedoch waren sie durch eigene Arbeiten und einen reichen Schatz selbsterworbener, zum Teil noch unveröffentlichter Erfahrungen zu ihrem Unternehmen besonders befähigt. So sind von den Verfassern scheinbar entlegene Spezialuntersuchungen herangezogen worden, deren Zugehörigkeit zu dem hier behandelten Gegenstand den ursprünglichen Autoren vielfach erst jetzt zum Bewußtsein kommen dürfte. Hierbei verdient die Berücksichtigung der gesamten Patentliteratur, die in wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu Unrecht so oft außer Acht bleibt, besondere Anerkennung. Mit Überraschung wird der fernstehende Fachgenosse davon Kenntnis nehmen, in welchen mannigfachen Anwendungen die Elektrochemie der Kolloide bereits nutzbar geworden ist. Der Praktiker wird dem Buch eine Fülle wertvoller Quellenangaben zu verdanken haben, der Theoretiker muß sich zur Beschäftigung mit diesem vielseitigen Arbeitsgebiet angeregt fühlen. H. CASSEL, Berlin-Charlottenburg.

Photochemical Processes. A General Discussion held by The Faraday Society, April 1931. Aberdeen, The University Press. S. 357—573. 15×25 cm. Preis 10/6 s.

Die Faraday Society, die erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit (Oxford, Oktober 1925) die Behandlung des photochemischen Prozesses als Thema einer „General Discussion" gewählt hatte, befaßte sich auf einer im April 1931 in Liverpool abgehaltenen Tagung erneut mit diesem aktuellen Problem. Das vorliegende Buch, in dem die Vorträge und Diskussionsbemerkungen dieses Kongresses wiedergegeben sind, läßt deutlich die prinzipiell neue Einstellung hervortreten, die in bezug auf die photochemischen Probleme 1931 gegenüber 1925 bestand. Wie R. MECKE in seiner Einführungsrede bemerkte, war in Oxford die Hauptfrage die Gültigkeit oder Ungültigkeit des Äquivalentgesetzes von STARK und EINSTEIN; heute ist man der Ansicht, daß dieses Gesetz für den Primärprozeß streng gültig ist, aber nur für diesen, und daß die in den meisten Fällen beim Gesamtprozeß nach der einen oder anderen Richtung beobachteten Abweichungen durch Sekundärprozesse verursacht sind. Die Gültigkeit des Äquivalentgesetzes steht also jetzt außer Diskussion, dagegen ist das Studium der Sekundärprozesse in den Vordergrund des Interesses getreten. Bei der Fülle der Vorträge (27) kann hier leider nur auf eine kleine Auswahl der behandelten Einzelprobleme hingewiesen werden.

Die Behandlung des Themas erfolgte in 4 Hauptgruppen. Unter der Leitung von R. MECKE wurde die Verfolgung photochemischer Umwandlungen durch Untersuchungen der Molekülzentren behandelt. M. gab zunächst einleitend einen kurzen Überblick über den gegenwärtigen Stand dieses Gebietes und teilte anschließend seine Untersuchung über das photochemische Ozongleichgewicht in der Atmosphäre mit. Anschließend sprachen HERZBERG über die UV.-Absorption von Acetylen und Formaldehyd, GODEVE und STEIN über die Hydride der Sauerstoffgruppe und KIRKBRIDE und NORRISH über die Carbonylgruppe. Die zweite Hauptgruppe (unter Leitung von M. BODENSTEIN) besprach die photochemische Kinetik in gasförmigen Systemen. B. befaßte sich eingehend mit dem Chlorknallgasproblem, das trotz der zahlreichen vorliegenden Untersuchungen auch heute noch nicht als vollständig gelöst betrachtet werden kann, und diskutierte verschiedene Möglichkeiten der Kettenreaktionen. Ebenfalls über Chlorknallgas sprachen BATEMAN und CRAGGS (Bildung bei niedrigen Drucken) und GRIFFITH und NORRISH (Induktionsperiode).

Die 3. Hauptgruppe, die das Thema „Photochemische Prozesse in flüssigen und festen Stoffen" behandelte (Leitung BERTHOUD), brachte Arbeiten über den Temperaturkoeffizienten (YOUNG und STYLE), über die Beschleunigung der elektrolytischen Abscheidung von H_2 und O_2 aus verdünnten Säuren bei Bestrahlung mit kurzwelligem Licht (BOWDEN), sowie zwei photographische Vorträge (EGGERT, WEIGERT).

Aus der 4. Hauptgruppe (Photosynthesen, Leitung BALY) sei ein Vortrag von O. WARBURG über „Die Anwendung des photochemischen Äquivalentgesetzes auf Lebensprozesse" hervorgehoben. WEYDE und FRANKENBURGER behandelten das wichtige Problem der Messung des physiologisch wirksamen UV., wozu sie die photochemische Bildung des Kristallviolett aus seinen Leukobasen heranziehen.

Als ein erfreuliches Zeichen der Wertschätzung der auf dem Gebiete der Photochemie von deutschen Forschern geleisteten Arbeit sei hervorgehoben, daß die zum Kongreß anwesenden eingeladenen Gäste zum größten Teil Deutsche waren. J. EGGERT, Leipzig.

Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie. Herausgegeben von ALFRED HAY †, weitergeführt von M. v. ROHR. Band V: *Die theoretischen Grundlagen der photographischen Prozesse*, bearbeitet von W. MEIDINGER, Berlin. Wien: Julius Springer 1932. X, 513 S. und 300 Abbild. 18×25 cm. Preis geh. RM 57.—, geb. RM 59.80.

Das bekannte Handbuch der Photographie von ALFRED HAY, der die Vollendung seines schönen Werkes nicht mehr erleben sollte, hat durch den vorliegenden fünften Band eine sehr beachtenswerte Bereicherung erhalten. Wohl zum ersten Male ist hier versucht worden, die wissenschaftlichen Grundlagen der photographischen Prozesse von der herkömmlichen Darstellung, die in vielen Punkten den Kontakt mit den neuzeitlichen Anschauungen der physikalischen Chemie verloren hatte, loszulösen, auf den heute geltenden Gesichtspunkten der Photochemie, der Reaktionskinetik und der heterogenen Katalyse aufzubauen und einer entsprechend strengen Gliederung der einzelnen Teilvorgänge zu unterwerfen. Vielleicht kommt hierbei nicht genügend zum Ausdruck, wieviel Forschungsarbeit an manchen bisher recht rätselhaften Vorgängen in Zukunft noch zu leisten sein wird und vielleicht ist neben der Hervorhebung der Hauptlinien diese oder jene Einzelerscheinung in den Hintergrund gerückt — sicher aber ist es W. MEIDINGER durch die Verarbeitung einer großen Zahl vielfach sehr weit in der Literatur verstreuter Untersuchungen, ganz besonders auch ausländischer Herkunft, gelungen, ein überaus einheitliches Bild des behandelten Stoffes zu schaffen; dies macht die Lektüre des Buches nicht nur für den Fachmann, sondern auch für andere Leser genußreich, denn der Verfasser ist immer bestrebt, an den verschiedenen Ergebnissen durch einfach und übersichtlich gehaltene Ableitungen, an Hand gut durchdachter Kurven und durch teilweise neu berechnete Tabellen die vorhandenen Tatsachen und Zusammenhänge klar herauszuarbeiten.

Den Hauptteil des Werkes bildet die Theorie des Negativverfahrens mit Bromsilbergelatine (350 S.):

A. Struktur der Schicht (Zusammensetzung, Herstellung und Analyse, Reifprozeß, Korngrößenverteilung, Kristallcharakter der Körner, Auflösungsvermögen, Lichthof, Struktur der entwickelten Schicht); *B. Photolyse und latentes Bild* (Absorption der Schicht, Bildsubstanz und Quantenäquivalent, direkte Schwärzung, Topographie und Aufbau des latenten Bildes); *C. Entwicklungsprozeß und Schwärzungskurve* (Schwärzungsmessung, Gestalt der Schwärzungskurve und ihre Deutung, Chemie und Kinetik des Entwicklungsprozesses, Umkehreffekte usw.).

Hieran schließt sich (120 S.) die Besprechung der Positivprozesse (Entwicklungspapiere, Auskopierprozeß, Chromatverfahren, Eisendruck- und Ozalidprozeß).

Der letzte, nur etwa 20 Seiten umfassende Teil des Buches behandelt kurz die Grundlagen der Reproduktionstechnik, ein Kapitel, das wohl nur der Vollständigkeit halber angefügt wurde.

Den Abschluß des Werkes bildet neben einem ausführlichen Sachregister ein (sehr nachahmenswertes!) Quellenverzeichnis, das alle im Buche benutzten Arbeiten sorgfältig zitiert, wodurch im Text erhebliche Platzersparnis erzielt wird.

Es ist zu wünschen, daß dies vom Verlag auch äußerlich vortrefflich besorgte Buch in weiteren Auflagen, in denen einige Mängel leicht zu beheben sind, laufend den jeweiligen Stand der Forschung in gleicher Weise berichten kann. J. Eggert, Leipzig.

Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen aus dem Osram-Konzern. 2. Band. Herausgegeben von der *Hauptstelle für wissenschaftliche Berichterstattung des Osram-Konzerns*. Berlin: Julius Springer 1931. VI, 365 S., 398 Abbildungen und 1 Bildnis. 17×25 cm. Preis geb. RM 25.—.

Die Arbeitsgebiete, welche in dieser Sammlung behandelt werden, sind bereits früher [Naturwiss. **19**, 184 (1931)] aufgezählt worden. Bd. 2 enthält von 49 Verfassern 57 Aufsätze, die zum Teil nur den Glühlampentechniker, den Beleuchtungsingenieur und den Glasmacher angehen, zum Teil aber auch dem Chemiker und Physiker wertvolles Material bieten. Aus der letzten Gruppe seien genannt (Titel gekürzt): Runge, Energietransport im Dunkelraum der Glimmentladung; Güntherschulze, Elektronenablösung durch Stoß positiver Ionen; Kathodenzerstäubung bei geringen Gasdrucken; Fehse, Schröter, Anwendung von Osram-Hartmetall (Widia) in der Technik; Becker, Wolframcarbide und System W/C; Agte, Alterthum, Kohlenstoffschmelzung; Fenske, Koref, Chemische Mattierung des Glases; Enss, Qualitative und quantitative Bestimmung des Gasinhaltes von Glasblasen; Runge, Sewig, Innerer Photoeffekt in kristallinen Halbleitern; Sewig, Lichtelektrische Eigenschaften von Thalliumzellen; Düsing, Hüniger, Thoriumnitrid. — Der mittlere Umfang der Abhandlungen beträgt nur 6,4 S. I. Koppel, Berlin.

MITTASCH, ALWIN, und ERICH THEIS, **Von Davy und Döbereiner bis Deacon, ein halbes Jahrhundert Grenzflächenkatalyse.** Berlin: Verlag Chemie 1932. 278 S. 14 Abbildungen im Text und 16 Bildbeilagen. 16×23 cm. Preis RM 18.50.

Der Untertitel oder genauer „das erste halbe Jahrhundert Katalyse" kennzeichnet den Inhalt des Buches. An Hand erschöpfender Quellenangaben und reichlicher Zitate auch aus der Patentliteratur und aus oft nur schwer zugänglichen Briefen erfährt hier ein Zweig der physikalischen Chemie eine historisch-kritische Darstellung. Es handelt sich um *das* Zeitalter der jungen Forschung, in dem die Personalunion in der Beherrschung von Physik und Chemie noch allgemein verlangt werden konnte. Davon zeugen Namen wie Faraday, Magnus, Mitscherlich u. a., die in beiden Wissenschaften noch heute ihren guten Klang haben. Die Leistungen dieser Männer werden hier nicht in biographischer Aufeinanderfolge geschildert sondern nur soweit ihr Eingreifen in die von ihnen geförderten Probleme von belang ist. Die Geschichte dieser schließlich industriell bedeutungsvollen Probleme bildet die eigentlichen Leitmotive der Verfasser: das Schwefelsäure-Kontaktverfahren, die Ammoniakoxydation, die Ammoniaksynthese und die Chlorgewinnung. Nur dem Lebenswerk von Schönbein, das zielbewußt von katalytischen Forschungen erfüllt ist, gilt ein eigenes Kapitel.

Es ist von besonderem Reiz zu verfolgen, wie sich auf diesem Gebiet der Naturwissenschaft ein Stück europäischer Geistesgeschichte allmählich mit der Wirtschaftsgeschichte verknüpft. Die nicht immer geradlinige Entwicklung der Ideen wird von den Verfassern in ähnlicher Weise herausgearbeitet, wie sie etwa in den historischen Werken von Ernst Mach auch der produktiven Forschung nutzbar geworden ist.

Möge dem Buch ein gleicher Erfolg beschieden sein. H. Cassel, Berlin-Charlottenburg.

LIESCHE, OTTO, **Rechenverfahren und Rechenhilfsmittel mit Anwendungen auf die analytische Chemie.** (Die Chemische Analyse. Herausgegeben von Wilhelm Böttger, Bd. 30.) Stuttgart: Ferdinand Enke 1932. VIII, 201 S. und 24 Abbildungen. 16×25 cm. Preis geh. RM 20.—, geb. RM 22.—.

Der in vieler Beziehung verdienstvolle Verfasser, der sich in den letzten Jahren seines Lebens auch mit großem Erfolge der technischen Chemie gewidmet hatte, hat das Erscheinen dieses seines letzten Werkes leider nicht mehr erlebt. Er hat sich vielfach mit rechnerischen Problemen beschäftigt und vor allem die für technische Aufgaben sehr zeitsparenden „nomographischen" Methoden entwickelt, deren Verwendung er in chemisch-technischen Zeitschriften vielfach mit Erfolg befürwortet hat.

In dem vorliegenden Buche gibt er eine Darstellung des einfachen Zahlenrechnens, beschreibt dann die Methoden des logarithmischen Rechnens mit ihren Hilfsmitteln, dem logarithmischen Rechenschieber und der Rechenmaschine, gibt Beispiele für die Anwendung des Rechnens in der Gewichtsanalyse, Maßanalyse usw. und beendigt das Werk mit einem kurzen Abschnitte über seine schon an anderen Stellen veröffentlichten nomographischen Methoden. Das Buch, an dem der Verfasser offenbar mit besonderem Interesse hing, enthält außer dem letzten Abschnitte nichts, was nicht jeder junge Studierende der Chemie nach den ersten 3 Semestern seines Studiums schon beherrschen muß.

Trotzdem gegen die Art der Durchführung der Aufgabe, die sich der Verfasser selbst gestellt hat, nicht das geringste zu sagen ist, ist nicht einzusehen, welche Lücke dieses Werk in der wissenschaftlichen Sammlung, in der es erscheint, ausfüllen soll. Wenn dieses Buch in bescheidener Ausstattung zu billigem Preise für Anfänger veröffentlicht wäre, so könnte man es vielleicht für nützlich, wenn auch nicht für durchaus notwendig erklären. Gegen seine Aufnahme jedoch in die Sammlung „Die Chemische Analyse", die viele dem wissenschaftlichen und technischen Chemiker außerordentlich nützliche und zum Teil vorbildliche Monographien geliefert hat, zu einem Preise, der jedenfalls für den gebotenen Inhalt unberechtigt erscheint, muß aber im Interesse der Bezieher dieser Sammlung sowohl wie im Interesse der in unserer Zeit doppelt notwendigen Rationalisierung aller literarischen Erscheinungen Einspruch erhoben werden. A. Rosenheim, Berlin.

Chemiker-Kalender 1932. Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker, Mineralogen usw. Herausgegeben

von I. KOPPEL, in 3 Teilen. Berlin: Julius Springer 1932. 10×15 cm. Preis geb. RM 20.—.

Es genügt hier darauf hinzuweisen, daß der unentbehrliche Berater und Begleiter aller Chemiker wieder pünktlich zur Jahreswende erschienen ist, und daß er, wie stets, wieder zahlreiche Verbesserungen und Ergänzungen in Gestalt neuer Abhandlungen enthält. Von den Verbesserungen ist vor allem die Vervollständigung des Sachregisters zu begrüßen, dessen Umfang sich fast verdoppelt hat. Neu aufgenommen sind: Normblätter für chemische Apparate, eine Abhandlung über Maßanalyse mit physiko-chemischer Endpunktsbestimmung, verfaßt von dem Herausgeber selbst, als Ergänzung zu dem schon im vorjährigen Kalender vollkommen nach modernen Gesichtspunkten umgestalteten Abschnitt über die Maßanalyse. Ferner sind eingefügt Abschnitte über Wärme- und Kälteisolierungen, über Zucker und zuckerhaltige Produkte. Der physiologischen Chemie ist ein Abschnitt über Vergiftungen angefügt. Im physikalischen und physiko-chemischen Teile sind außer der zeitgemäßen Ergänzung der Abschnitte über Aufbau der Materie, Radioaktivität und Emissionsspektralanalyse neue Abhandlungen über Reaktionskinetik und Katalyse, über Temperaturstrahlung, über Molekeln mit Dipolstruktur und über Elektronenröhren eingefügt. Im wirtschaftlichen Teile endlich ersetzt dieses Mal eine Abhandlung über die chemische Industrie Frankreichs die vorjährige über die chemische Industrie Italiens.

Wie ersichtlich ist, bringt der neue Jahrgang wieder zahlreiche neue Anregungen.

A. ROSENHEIM, Berlin.

WALDEN, PAUL, **Maß, Zahl und Gewicht in der Chemie der Vergangenheit.** (Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, herausgegeben von H. GROSSMANN. N. F. H. 8.) Stuttgart: Ferd. Enke 1931. 106 S. 16×25 cm. Preis geh. RM 10.—.

„Ein Kapitel aus der Vorgeschichte des sog. quantitativen Zeitalters der Chemie" ist der Untertitel dieser kleinen Schrift, die zeigen soll, daß die quantitative Arbeitsweise in Technik und Wissenschaft nicht eine geniale Individualerfindung, sondern eine Kollektivleistung in mehr als vier Jahrtausenden war. LAVOISIER wird vielfach als Begründer der quantitativen Chemie genannt, aber seine besten Biographen äußern sich nicht zu diesem Punkt. Auch VAN HELMONT, R. BOYLE, JEAN REY sollen Wägen und Messen in die wissenschaftliche Forschung eingeführt haben; aber es hält nicht schwer, andere ihrer Zeitgenossen und Vorgänger zu nennen, die die gleichen Methoden benutzten. Im ersten Abschnitt zeigt WALDEN, daß die alten Kulturvölker des Orients Maß- und Gewichtssysteme besessen haben, die von den Völkern des klassischen Altertums übernommen, verändert, entwickelt und an die Araber und die Völker des Westens übertragen wurden; auch in der wissenschaftlichen Forschung der Griechen und Römer und des Mittelalters sind quantitative Bestimmungen in großer Zahl nachweisbar. Der zweite Abschnitt handelt von dem — mit allen messenden Versuchen unlöslich verbundenen — Gesetz von der Erhaltung des Stoffes und dem Gesetz von der Erhaltung der chemischen Gattung. (500 v. Chr. bis 1789 n. Chr.) Abschnitt 3 zeigt, daß lange vor LAVOISIER (1300—1775) nicht nur die Gewichtszunahmen beim „Verkalken" von Metallen bekannt, sondern auch ziemlich zuverlässig quantitativ bestimmt waren. Die letzten drei Abschnitte geben eine Übersicht über einige (empirische) stöchiometrische Feststellungen von 1100—1770 unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten von WENZEL. Es wird gezeigt, daß die Mengenverhältnisse älterer Vorschriften, z. B. bei der Darstellung von Säuren, ungefähr den Zahlen entsprechen, die wir aus unseren Reaktionsgleichungen ableiten.

Im Schlußkapitel findet man beachtenswerte Worte über den „nationalen Faktor" in geschichtlichen Darstellungen. Die leider stellenweise etwas breit geratenen Ausführungen lassen überall die erstaunliche Belesenheit und Quellenkunde des Verfassers erkennen.

I. KOPPEL, Berlin.

HOLM, KURT, **Laboratoriumstechnik in der Medizin.** Theoretische Grundlagen und praktische Ausführung medizinischer, physikalischer und chemischer Untersuchungsmethoden. Lehr- und Hilfsbuch für den Laboratoriumsdienst. Bearbeitet von A. BENNHOLD, F. BERTRAM, A. BORNSTEIN, J. BRODERSEN, W. DECKERT, F. FRETWURST, H. FRONIUS, F. GRAETZ, F. HAGELSTEIN, J. HALBERKANN, E. JACOBSTHAL, K. KEISER, K. KEITEL, J. KISTER, P. MARTINI, E. MERTENS, H. NATHAN, R. PANCKE, H. POLL, L. SCHWARZ, FR. WOHLWILL. Hamburg: Paul Hartung Verlag 1931. XII, 714 S. 15×23 cm. Preis geb. RM 36.—.

Das Studium des Buches läßt die Schwierigkeiten erkennen, welche sich bei der planmäßigen Ausbildung des Laboratoriumshilfspersonals ergeben. Das Werk ist für die Kreise der technischen Assistenten und Assistentinnen bestimmt. Es wendet sich also in der Sprache der Wissenschaft an Lernende, denen akademische und fast immer auch gymnasiale Vorbildung fehlt. Die Sachlage würde nun noch verhältnismäßig einfach liegen, wenn es sich um die Einführung in eine begrenzte Technik handeln würde. Aber die technische Assistentin im medizinischen Laboratorium muß nach den augenblicklichen Anforderungen sehr vielseitig ausgebildet werden. Denn die Praxis verlangt, daß dieselbe Assistentin häufig bakteriologisch, histologisch, chemisch, photographisch usw. tätig ist.

Das sind Schwierigkeiten, die zunächst in Kauf genommen werden müssen. Berücksichtigt man diese Umstände, so muß man unbedingt anerkennen, daß der Herausgeber und seine Mitarbeiter Vorzügliches geleistet haben. Das Buch bringt sehr viel, es ist klar, einfach und wissenschaftlich geschrieben. Die technische Assistentenschaft bekommt ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für das häusliche Studium in die Hand, das sich auch als Nachschlagewerk bewähren wird. Auch der Mediziner, dessen technische Ausbildung meistens mehr oder weniger einseitig ist, kann das Buch mit Nutzen heranziehen. Er wird sich hier über die ihm ferner liegenden Fragen rasch orientieren. Ich glaube, daß das Buch für das medizinische Laboratorium recht brauchbar sein wird. M. JACOBY, Berlin.

FOSTER, WILLIAM, **Welt und Wunder der Chemie.** (Deutsch von WERNER BLOCH.) München: Drei Masken-Verlag A.-G. 1931. XIV, 520 S., 35 Tafeln und zahlreiche Textbilder. 15×23 cm. Preis geh. RM 8.—, geb. RM 10.—.

Dies Buch will den Laien, insbesondere die Jugend mit den wichtigsten Lehren der Chemie bekannt machen, um auf dieser Grundlage die Bedeutung chemischer Vorgänge und chemischer Arbeit für das tägliche Leben des einzelnen und für die Wirtschaftsführung der Völker darzulegen. Mit großem didaktischen Geschick hat der Verfasser seine Aufgabe gelöst, indem er an Bekanntes anknüpft, Spannung zu erzeugen versteht und den Vortrag durch geschichtliche und persönliche Bemerkungen belebt. Von den Tatsachen der Experimentalchemie wird nur mitgeteilt, was zum Verständnis der technischen Vorgänge notwendig ist; dagegen sind physikalische Chemie und Atomphysik eingehender geschildert; so findet man z. B. selbständige Abschnitte über Elektronen, Atome, Molekeln, Kata-

lyse, Radioaktivität, Periodisches System und Atombau, Kolloidchemie usw. Den Kernpunkt der Darstellung bildet die angewandte Chemie, also die Beziehungen der Chemie zu den Gewerben, der Landwirtschaft, Heilkunde usw. sowie die chemische Industrie im engeren Sinne und Metallurgie. Hierbei werden nicht nur die den industriellen Verfahren zugrunde liegenden chemischen Vorgänge, sondern auch ihre volkswirtschaftliche Bedeutung (mit statistischen Angaben) behandelt.

Der Übersetzer, dem wir einen gut lesbaren Text verdanken, betont, daß er mancherlei Amerikanismen ausgemerzt und insbesondere auch Angaben über die Wirtschaftsverhältnisse in Deutschland hinzugefügt habe. Immerhin ist der Ursprung des Werkes noch deutlich; man erkennt ihn aus den zahlreichen Hinweisen auf die Bibel, aus der Freude an vielstelligen Zahlen, aus der Wahl der geschichtlichen Angaben und nicht zuletzt in dem Glauben an prosperity und den Segen der Zivilisation, aus der eine allgemeine Kultur erwachsen soll. Manchem von uns wird es heute schwer, solchem Optimismus zu folgen; und doch darf er nicht aufgegeben werden, wenn nicht naturwissenschaftliche Forschung und technische Arbeit ihren besten Sinn verlieren sollen. I. KOPPEL, Berlin.

LYON, DARWIN O., **Das periodische System in neuer Anordnung.** Mit Tabellen über fünfzehn physikalische Konstanten in Anordnung nach der Ordnungszahl der Elemente und nach der Größe der Konstanten. Leipzig und Wien: Franz Deuticke 1931. Preis geh. RM 8.—, geb. RM 10.—.

Das im Jahre 1927 in erster Auflage erschienene Buch enthält für sämtliche chemischen Elemente eine Zusammenstellung von 15 wichtigen physikalischen Konstanten, die jeweils nach ihrer Größe in Tabellen angeordnet sind. Eine solche Form der Darstellung kann den Vergleich erleichtern und gelegentlich von Nutzen sein, doch nur wenn sie begleitet ist von einer kritischen Diskussion der Zuverlässigkeit der ausgewählten Zahlen unter genauer Angabe der Originalliteratur. In dieser Beziehung versagt das Buch vollständig. Noch deutlicher zeigt sich der Mangel wissenschaftlicher Kritik in dem einleitenden Text; hier werden ohne erkennbare Disposition alle möglichen Probleme des natürlichen Systems und der Atomtheorie berührt, ohne dem Leser irgendwelche klaren Kenntnisse zu vermitteln. Die im Jahre 1931 erschienene zweite Auflage scheint ein völlig unveränderter Abdruck der ersten, sie ist daher in vieler Beziehung obendrein bereits veraltet und verdient an dieser Stelle keine nähere Berücksichtigung.

F. PANETH, Königsberg i. Pr.

WEYGAND, K., **Quantitative analytische Mikromethoden der organischen Chemie in vergleichender Darstellung.** Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1931. VIII, 279 S. und 79 Abbildungen im Text. 16×23 cm. Preis geh. RM 16.—, geb. RM 18.—.

In dem vorliegenden Buche werden die quantitativen Mikromethoden der organischen Chemie nebeneinandergestellt, die in den Folgejahren nach dem Erscheinen der Monographie PREGLS, des genialen Schöpfers der quantitativen organischen Mikroanalyse, von verschiedenen Seiten vorgeschlagen und in der Literatur beschrieben worden sind. Wenn sich der Autor lediglich mit der Nebeneinanderstellung und Wiedergabe dieser Methoden begnügte, dann wäre das Buch überflüssig oder doch nur für solche Interessenten von Wert, denen die entsprechende Originalliteratur nicht zur Verfügung steht. Neben dieser Wiedergabe der verschiedenen vorgeschlagenen Analysenmethoden teilt der Autor aber auch Beobachtungen und Erfahrungen mit, die er teils bei der eigenen Durchführung dieser Methoden, teils bei den Unterrichtskursen mit mikroanalytischen Anfängern während einer Zeitspanne von 8 Jahren erworben und gesammelt hat, und diese Mitteilungen bedeuten den *größten Wert* des Buches. Sie sind sowohl für den mikroanalytischen Anfänger wie auch für den Fortgeschrittenen gleich wertvoll, denn bei einer so subtilen Feinarbeit und dabei doch immerhin noch verhältnismäßig jungen Methodik ist es von allergrößter Bedeutung, die Erfahrungen aller derer kennenzulernen, die sich eingehend mit den jeweils auftauchenden Fragen und Problemen dieses Arbeitsgebietes beschäftigt haben. Man hat des öfteren bei derartigen Methoden, namentlich im Anfang ihrer Entwicklung, die Beobachtung machen können, daß dieses oder jenes Verfahren in dem einen Laboratorium die besten Werte ergab, während andernorts die Ergebnisse weniger befriedigend, schwankend oder gar ganz unbrauchbar ausfielen. Hier können mancherlei persönliche, örtliche, oftmals auch apparative Faktoren im Spiele sein, deren Auffindung und Beseitigung oft mit einem großen Aufwand an Zeit und Mühe verbunden ist und eine meisterhafte, sichere Experimentierkunst verbunden mit feinster Beobachtungsgabe zur Voraussetzung hat. Das beste Beispiel dafür zeigt uns der Werdegang der PREGLschen Kohlenstoff-Wasserstoffbestimmung. Der Austausch der an den verschiedenen Stellen gemachten Erfahrungen ist hier also in ganz besonderem Maße notwendig zur Verhinderung von Einseitigkeit und zur Erreichung höchster Vollkommenheit.

Von großem Wert sind weiter, namentlich für den Anfänger, die zahlreichen Abbildungen des Buches, von denen vor allem die zu begrüßen sind, die irgendeinen besonderen wichtigen Handgriff veranschaulichen sollen oder bei denen falsche und zweckmäßige Apparate oder Apparateteile gegenübergestellt werden. Man ersieht daraus deutlich, daß durch eine einfache Skizze oft viel eindrucksvoller und anschaulicher auf irgendeinen Fehler in der Konstruktion oder in der Herstellung eines Apparates hingewiesen werden kann, als es viele Worte einer umständlichen Beschreibung vermögen.

Es kann an dieser Stelle nicht weiter auf Einzelheiten und Kleinigkeiten, von denen aber gerade auf diesem Arbeitsgebiete oft der ganze Erfolg abhängt, eingegangen werden, wer sich nach irgendeiner Richtung über die wichtigsten und brauchbarsten Mikromethoden der organischen Chemie unterrichten und etwas über Vorzüge und Nachteile erfahren will, der findet in dem Buche ein reiches Material, das auch die neueste Zeit noch mit erfaßt, zusammengetragen. Natürlich wird das Urteil über Vorzüge und Nachteile solcher Verfahren *auch bei allergrößter Objektivität* immer einen stark *persönlichen* Faktor haben, denn ganz abgesehen davon, daß auch hier das Ziel auf verschiedenen Wegen erreicht werden kann, wird man bei einer möglichen Auswahl mit der größten Wahrscheinlichkeit doch dem Verfahren den Vorzug geben, das dem selbstausgeübten in seinen Einzeloperationen am nächsten kommt, und dieser letztere Umstand ist wohl dann das ausschlaggebende Moment für das bessere Gelingen.

Für den Anfänger werden die am Schlusse der wichtigsten Bestimmungsmethoden angefügten „Fahrpläne" von Wichtigkeit sein, denn gerade für den Anfang ist die genaueste — ich möchte fast sagen bürokratische — Einhaltung der einmal als richtig erkannten Vorschriften die beste Aussicht auf einen vollen Erfolg. MAX BOËTIUS, Dresden.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.